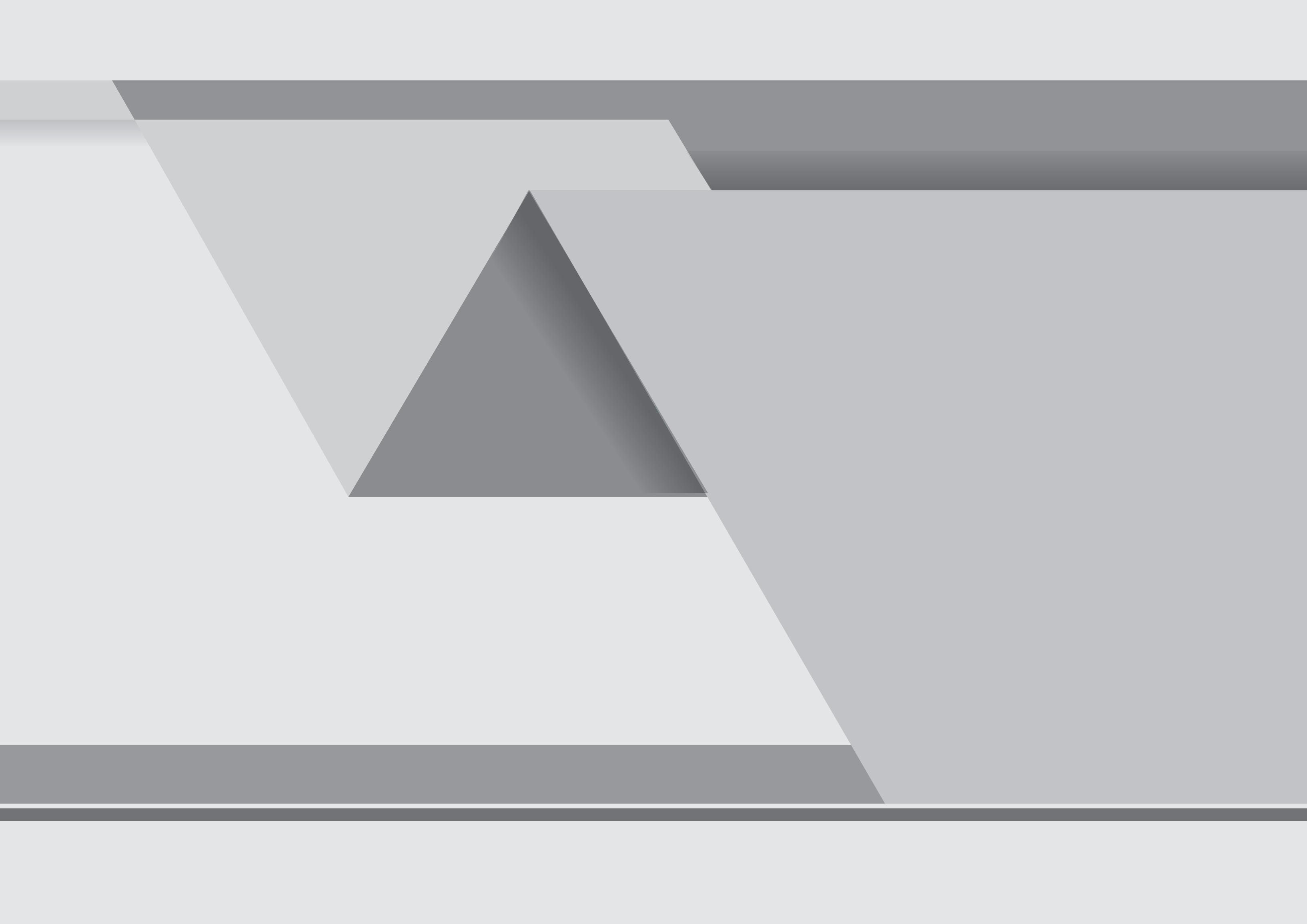
GUÍA DE DISEÑO 7

Guía práctica de la construcción para no profesionales

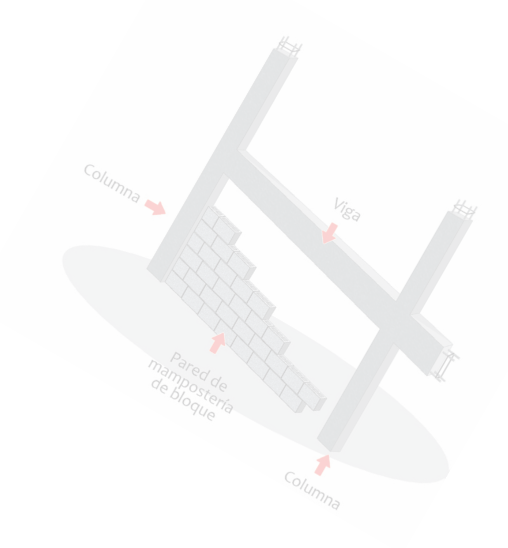
Aplicando la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC 2015

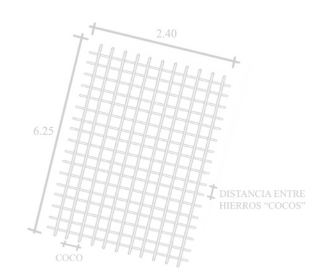






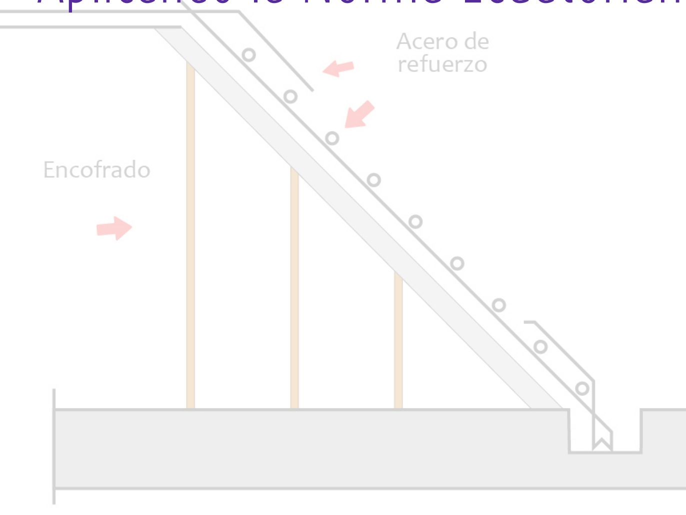
GUÍA DE DISEÑO 7





Guía práctica de la construcción para no profesionales

Aplicando la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC 2015













CRÉDITOS

Secretaría de Gestión de Riesgos, SGR
Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, MIDUVI
Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD
Oficina de Ayuda Humanitaria y Protección Civil de la Comisión Europea, ECHO

María de los Ángeles Duarte
Ministra, MIDUVI

Susana Dueñas
Secretaria, Secretaría de Gestión de Riesgos

Diego Zorrilla
Representante Residente PNUD - Ecuador

Verónica Bravo
Subsecretaria de Hábitat y Asentamientos Humanos, MIDUVI

Ricardo Peñaherrera
Subsecretario de Gestión de la Información y Análisis del Riesgo, SGR

Nury Bermúdez Arboleda
Oficial de Respuesta a Emergencia, Gestión de Riesgos y Medios de Vida

Colaboración al Desarrollo de la Guía
Ing. Fabricio Yépez Moya, Ph.D.
Ing. Wladimir Villacís
Arq. Paúl Oñate
Proyectos y Construcciones Hidroenergéticas PCH Cía. Ltda.

Lectura y contribuciones
Jenny Arias, MIDUVI
Karina Castillo, MIDUVI
Ricardo Peñaherrera, SGR

ISBN.9942-951-51

Primera edición,
Quito, septiembre 2016

Diseño, diagramación e impresión
Imprenta Activa, Quito - Ecuador

Este documento forma parte de un conjunto de siete guías prácticas de implementación de la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-15), orientado a los profesionales y no profesionales del país para la correcta aplicación normativa. Las guías de la serie son: 1) Diseño de pórticos de hormigón armado para viviendas de 1 y 2 pisos; 2) Diseño de estructuras de hormigón armado; 3) Diseño de estructuras de acero; 4) Diseño de estructuras de madera; 5) Evaluación sísmica y rehabilitación de estructuras; 6) Estudios geotécnicos y trabajos de cimentación; 7) Procedimientos mínimos para trabajadores de la construcción.
Esta publicación es realizada en el marco del proyecto “Fortalecimiento de capacidades institucionales y comunitarias a nivel nacional y local, para la reducción de la vulnerabilidad frente a eventos sísmicos en el Ecuador”
Plan de Acción DIPECHO-NEC 2015-2016, ECHO/-SM/BUD/2015/91020

Índice

PROCEDIMIENTOS Y ESTÁNDARES MÍNIMOS PARA TRABAJADORES DE LA CONSTRUCCIÓN

Índice de figuras

GUÍA PRÁCTICA DE LA CONSTRUCCIÓN PARA NO PROFESIONALES

Introducción

Este documento está dirigido hacia las personas relacionadas con el sector de la construcción, específicamente hacia maestros de obra, operarios, albañiles y similares, con el propósito de capacitarles sobre la aplicación de buenas prácticas constructivas y cumplir, a la vez, con las nuevas regulaciones que establece la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-2015.

El documento está diseñado para describir de la manera más amena y simple posible, algunas generalidades sobre el Ecuador, su amenaza sísmica, la necesidad de construir de manera sismo-resistente, sobre el material hormigón y su cuidado, así como una descripción paso a paso de buenas prácticas asociadas a un proceso constructivo típico de un vivienda, de manera cronológica, desde cero hasta la terminación de su estructura principal.

Este documento no pretende ser un manual general de construcción, sino un compendio de las más importantes recomendaciones prácticas constructivas para viviendas, enfatizando la aplicación de la norma ecuatoriana donde se requiera.

1. El Ecuador, un país sísmico

La mayor parte del Ecuador está en una zona de gran peligro sísmico (Figura 1) y, por ello, la mayoría de construcciones están en riesgo de sufrir daños por terremotos, como se pudo observar en el terremoto de Pedernales del 16 de Abril de 2016. Esto podría ocurrir, tanto en la Sierra como en la Costa. Si las edificaciones no han sido construidas apropiadamente, si se han deteriorado, si se han ampliado, o se ha cambiado su uso, pueden estar en serio peligro. La Figura 1 puede utilizarse para saber qué tan peligroso es, desde el punto de vista sísmico, el sitio del Ecuador en el que se va a construir. En conclusión, se debe siempre construir una vivienda que sea sismo-resistente, para proteger las vidas de sus ocupantes.

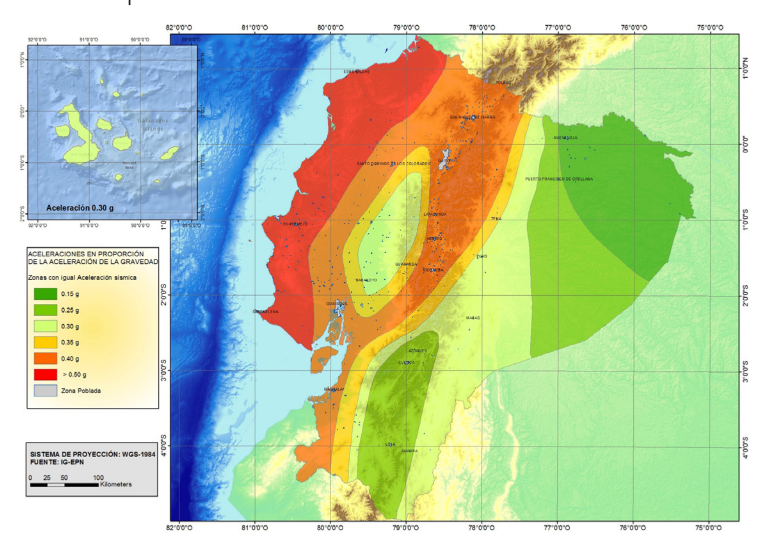


Figura 1: **Ecuador, zonas sísmicas: Las más peligrosas son la zona roja y naranja**

1.1 Y qué es un sismo:

Los sismos (o también llamados terremotos) son movimientos bruscos del suelo producidos por fuerzas al interior de la Tierra. Los sismos pueden ocurrir en casi todas partes del Ecuador.

1.2 Que daños pueden provocar los sismos:

Existen varios tipos de daños que pueden causar los sismos a las edificaciones mal diseñadas y construidas, que van desde la rotura de vidrios, caída de antepechos, rajadura de paredes, (Figura 2) hasta problemas graves como caída de techos y losas, incluso el colapso total. La caída de los elementos de la vivienda, incluso la caída de la vivienda misma, puede matar a sus ocupantes. Se debe evitarlo!

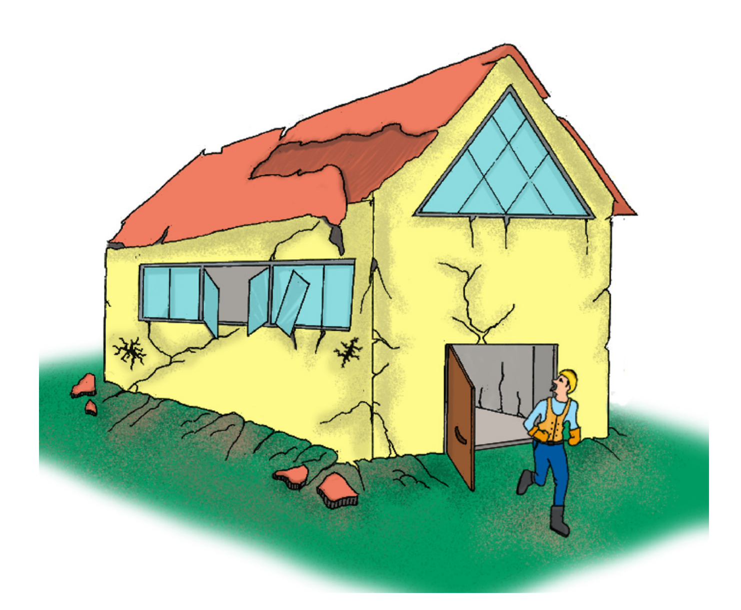


Figura 2: **Daños que puede provocar un sismo**

2. Como se construye una vivienda sismo-resistente:

Una vivienda sismo-resistente es aquella que puede resistir, sin daños mayores, los efectos de un sismo. Para esto se requieren 4 cosas:

1. Planos estructurales: un buen plano estructural es aquel que cumple con todas las indicaciones de la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC. Los planos deben indicar claramente las dimensiones de la cimentación, columnas, muros, vigas, losas, así como también la calidad de los materiales que se usará en la construcción. Si se cumplen todos los requerimientos del plano estructural se tendrá una construcción segura.
2. Buen personal: Personas preparadas construyen viviendas seguras. Los maestros de obra y sus colaboradores deben ser dirigidos por un profesional de la construcción (Arquitecto o Ingeniero Civil), y todos deben conocer cómo hacer viviendas seguras. Esta guía ayudará a prepararse mejor, para construir mejor.

3. Buenos materiales: indispensables para que la vivienda resista un sismo fuerte y además para que la estructura principal no se deteriore fácilmente con el tiempo.
4. Hacer bien las cosas: utilizar buenas prácticas de construcción, que han probado ser muy buenas para resistir sismos.

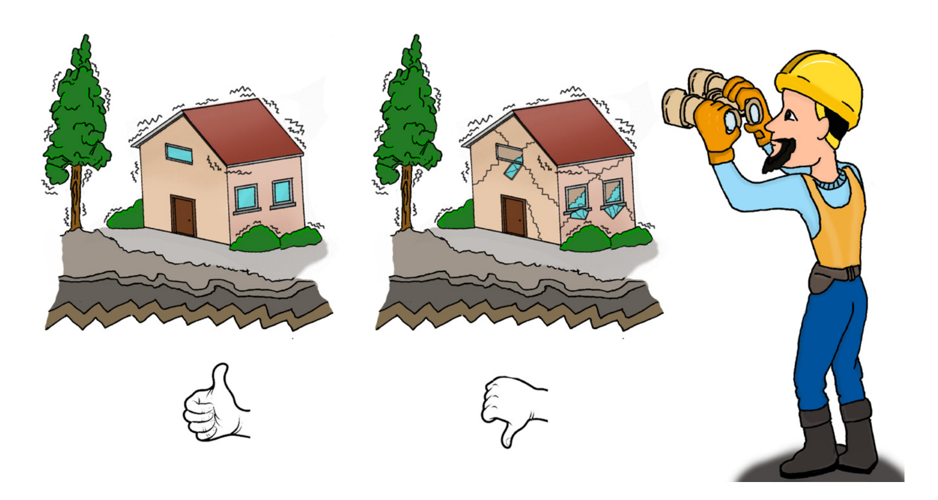


Figura 3: **Es una obligación construir viviendas sismo-resistentes, para salvar las vidas de las personas!!**



Figura 4: **Construir de manera segura, juntos, sí se puede!**

2.1 Elementos estructurales que conforman una vivienda:

La estructura es la parte más importante para que una vivienda pueda soportar los terremotos. Los elementos estructurales que componen la estructura son:

Cimentación: Son los apoyos de la vivienda, y transmiten el peso y todas las cargas de la estructura hacia el terreno.

Columnas: Son los soportes principales de la vivienda, y transmiten el peso y las cargas de los pisos hacia la cimentación de la estructura.

Vigas: son elementos horizontales que transmiten las cargas de los pisos hacia los muros y las columnas.

Muros: son elementos verticales que transmiten las cargas de los pisos y de las vigas a los pisos inferiores de la construcción (si es de más de un piso) y a la cimentación de la estructura. Podrían ser muros de mampostería o muros de hormigón. Si son muros de mampostería, se diferencian de las paredes divisorias, porque los muros cargan, es decir, soportan cargas. Las paredes divisorias solo soportan su propio peso y sirven para dividir los espacios de la casa.

Losa: su función principal es transmitir todo el peso que soporta el piso hacia las vigas, muros y columnas. La losa soporta el peso de muebles, personas, paredes, etc., además de su propio peso. Es un elemento que mantiene unidos a todos los elementos de la estructura**.**

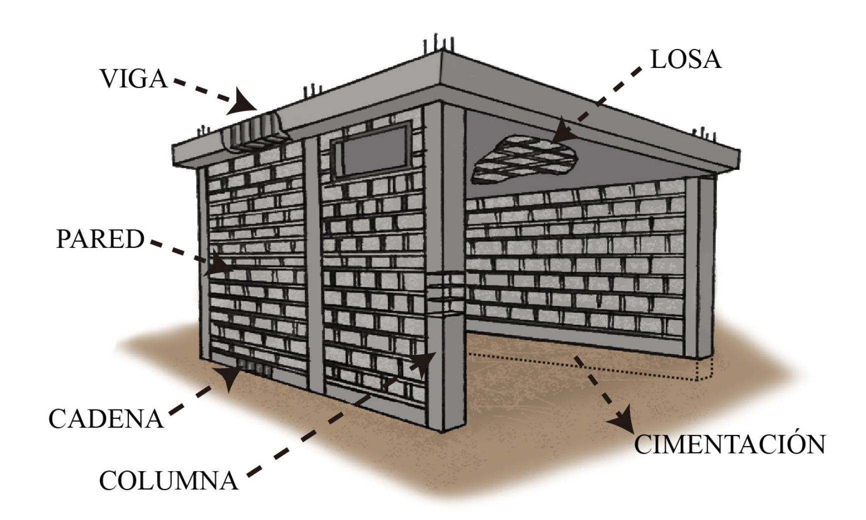


Figura 5: **Elementos estructurales que conforman una vivienda**

2.2 Formas adecuada de la vivienda:

Es bien conocido que buena parte de las viviendas pueden resistir terremotos si tienen una forma adecuada. Aquí se describe cómo es una forma adecuada:

Simetría: La estructura de la vivienda debe ser lo más simétrica que se pueda, tanto en la forma del piso como verticalmente; es decir, si se divide la vivienda en dos, tres o cuatro partes, estas deben resultar ser muy parecidas. Es muy importante entonces evitar estructuras con formas de piso tipo L, T, U, I, y también viviendas muy largas. La NEC recomienda que la vivienda tenga de largo menos que 4 veces el ancho y menos de 30 metros.

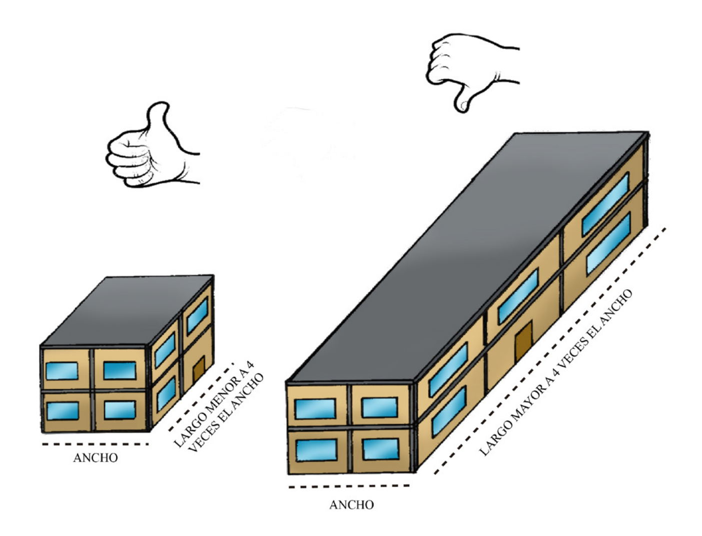


Figura 6: **Simetría en viviendas**

Continuidad en losas: es importante evitar tener grandes huecos o aberturas en losas y techos. Esto le da continuidad al piso y funciona mejor ante un sismo.

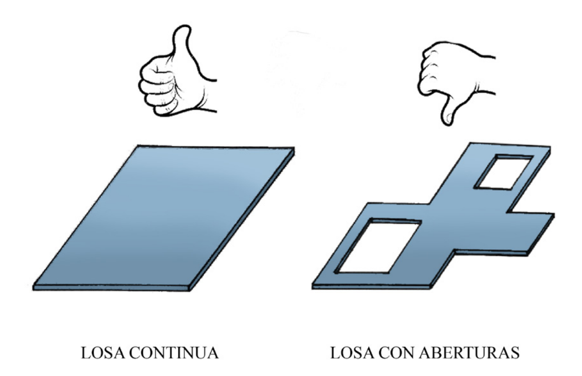


Figura 7: **Continuidad en losas**

Ubicación de aberturas para puertas y ventanas: las aberturas de las puertas y ventanas deben estar muy bien ubicadas, esto es, alineadas en toda la altura de la vivienda. Las puertas y ventanas, si se pueden, deben llegar hasta las vigas o losas del piso, evitando los dinteles.

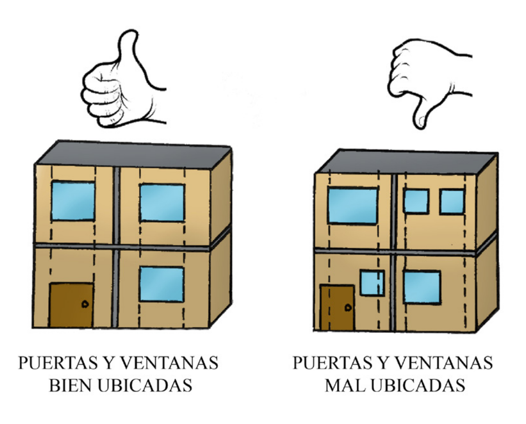


Figura 8: **Alineación de aberturas para puertas y ventanas**

Ubicación de muros: Si se van a utilizar muros que cargan (es decir, si no serán simples paredes divisorias), es muy importante que los muros sean continuos a todo lo alto de la vivienda, es decir, los muros de los pisos superiores deben estar alineados y ubicados sobre los muros de los pisos inferiores. Además, deben existir muros en las dos direcciones de la vivienda, ya que no sabemos en qué dirección le golpeará el sismo a la estructura.

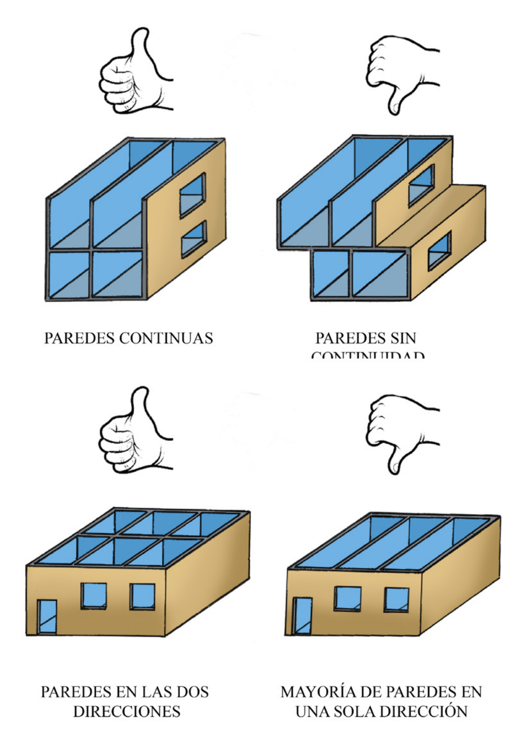


Figura 9: **Ubicación de muros portantes**

2.3 Una buena vivienda sismo-resistente:

Una vivienda sismo-resistente es aquella que tiene una forma adecuada, pero también que se ha construido bien. Esta guía informará sobre cómo construirla bien, con algunos consejos prácticos y muy útiles.

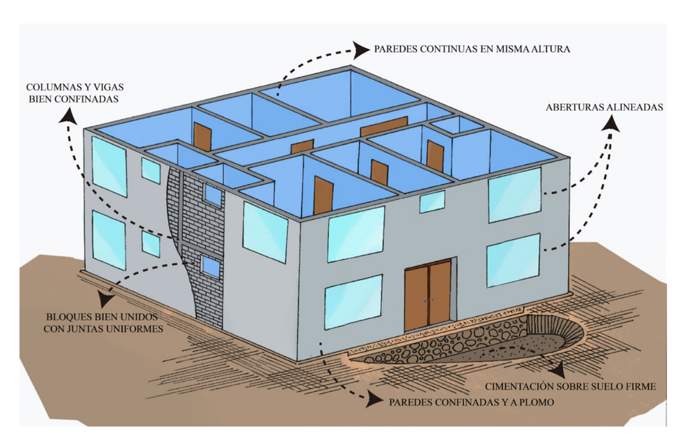


Figura 10: **Una buena vivienda sismo-resistente**

2.4 Consideraciones sobre la ubicación de la vivienda:

Es muy importante ubicar un terreno seguro para la construcción de la vivienda, para evitar problemas posteriores que dañen sus elementos estructurales y se deteriore con facilidad, salvaguardando la vida de las personas. Estos son algunos consejos útiles sobre el sitio de construcción:

- No se debe construir una vivienda sobre rellenos mal compactados o rellenos sanitarios, ya que con el paso del tiempo la estructura se va a asentar y presentará problemas que van desde descuadre de puertas y ventanas, fisuras y rajaduras en paredes, hasta incluso el colapso de la vivienda.
- No se debe construir muy cerca a laderas y taludes inestables, ya que se pueden presentar deslizamientos de tierra debido a sismos pequeños o por problemas de humedad del terreno que debilitan a la ladera. Si esto ocurre, la estructura de la vivienda puede estar en peligro.
- No se debe construir cerca de cauces de quebradas, ríos, esteros, depósitos de agua o terrenos inundables, porque esos sitios pueden sufrir inundaciones que debilitan la cimentación, e incluso pueden destruir toda la vivienda.

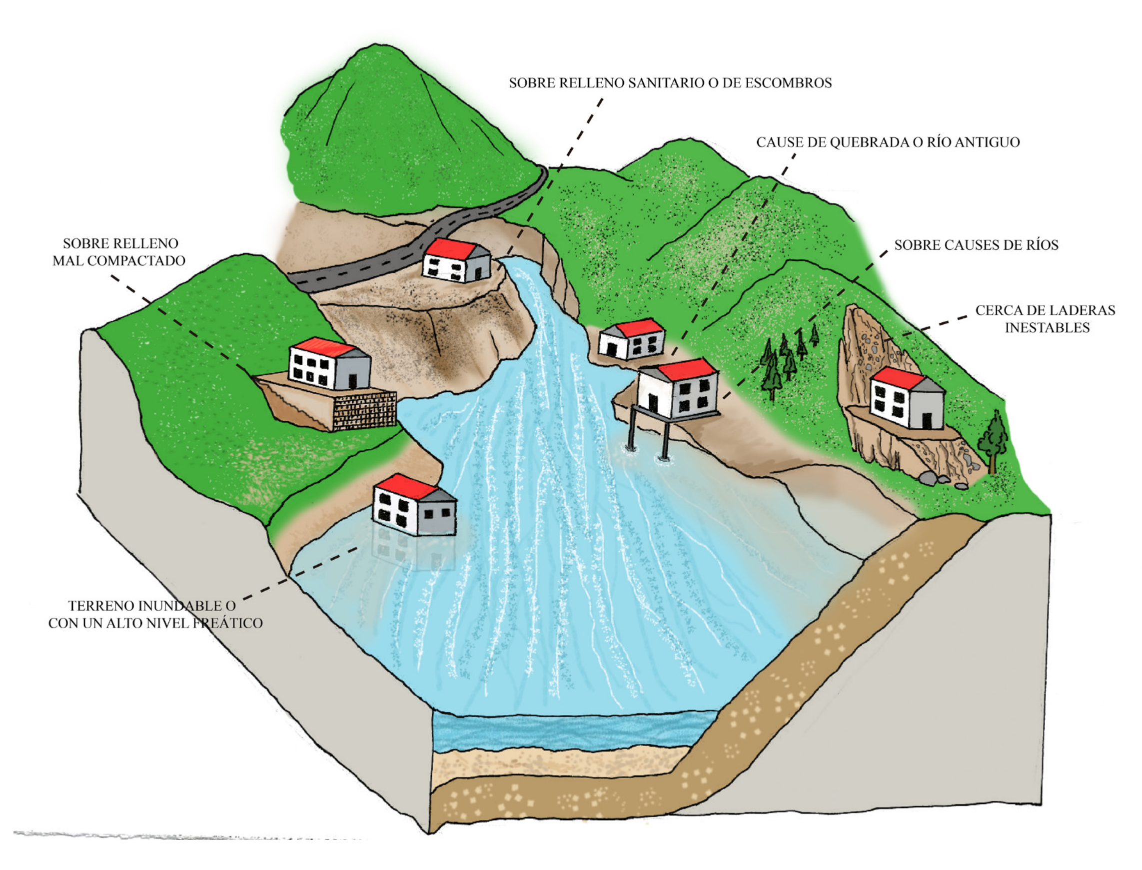


Figura 11: **Ubicaciones inadecuadas de una construcción**

- El sitio más adecuado para construir una vivienda es sobre suelo plano, firme, seco y resistente.

3. El hormigón

El hormigón (también llamado concreto) es el material de construcción más utilizado en el mundo, por ser resistente, económico, durable, que puede fabricarse fácilmente en el sitio de la obra y cuyos ingredientes son también fáciles de conseguir y usar. Puede hacerse de distintas resistencias y cada elemento estructural de una vivienda puede utilizar un hormigón diferente, cuya resistencia debe estar indicada en el plano estructural.

Los principales componentes del hormigón son el cemento, el agua, la arena, el ripio y, ocasionalmente, por indicación del ingeniero, pueden añadirse aditivos que son mezclas químicas que mejoran las características del hormigón.



Figura 12: **Componentes del hormigón.**

3.1 Características del hormigón

Las principales características que un hormigón debe tener son las siguientes:

- Gran resistencia

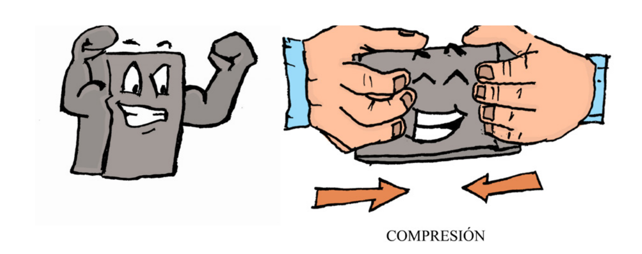


Figura 13: **Un buen hormigón es muy resistente**

- Soporta el fuego de un incendio

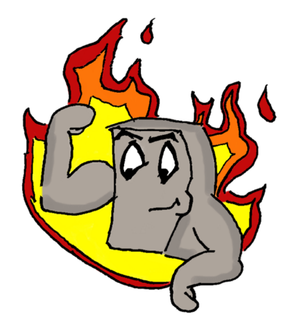


Figura 14: **Un buen hormigón resiste al fuego**

- Resiste diferentes condiciones que presenta el medio ambiente (es impermeable, durable, fuerte).

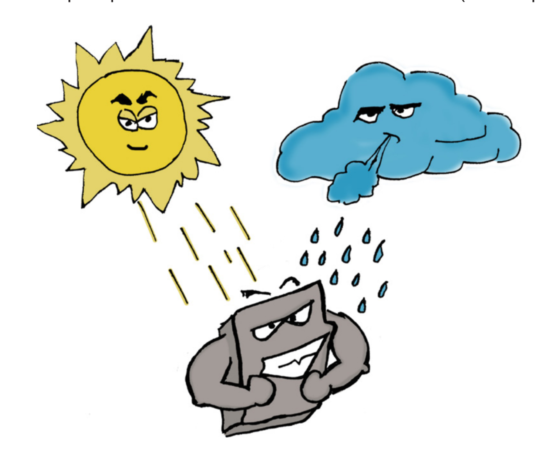


Figura 15: **Un buen hormigón es durable y resiste el medio ambiente.**

La buena calidad del hormigón no sólo depende de contar con buenos materiales, sino también de que la mezcla de éstos se los realice en las cantidades correctas (a ésto se le llama dosificación). Además, se debe tener en cuenta el transporte (si es el caso), la colocación, la compactación y el curado. Todos estos procesos influirán de manera directa en la resistencia del hormigón y se describen a continuación:

3.2 Ingredientes del hormigón:

Cemento: Es indispensable que esté en buenas condiciones y para esto la manera de almacenarlo es muy importante.

- Se recomienda que el tiempo máximo de almacenamiento en la obra sea de 2 meses pues se endurece y ya no es útil.
- La altura máxima al apilar el cemento es de 10 bolsas y se lo debe cubrir con plástico y no asentarlo directamente sobre el suelo para evitar la humedad. Con el agua, el cemento se estropea.

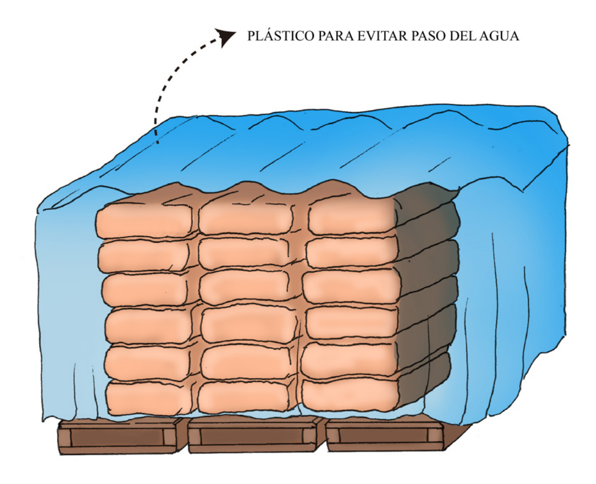


Figura 16: **Almacenamiento del cemento protegido de la humedad**

Arena: llamada también agregado fino, el tamaño máximo de los granitos de arena no debe ser mayor a 5 milímetros. Es importante que esos granos estén limpios, libres de raíces, tallos, excrementos, etc. La arena se la debe almacenar en lugares limpios y preferentemente tapado con plástico. No se debe utilizar arena de mar, pues tiene sales corrosivas para las varillas.

Ripio: llamado también agregado grueso, el tamaño máximo de los ripios dependerá del tipo de hormigón. Para el hormigón normal de losas y columnas, no debe usarse ripios más grandes que 3 o 4 centímetros, para facilitar la colocación y bombeo. Al igual que la arena, es importante que el ripio esté libre de raíces, tallos, excrementos, etc., y se debe almacenar en lugares limpios y preferentemente tapado con plástico.

Agua: El agua es uno de los materiales más importantes del cual dependerá mucho la calidad y resistencia del hormigón. El agua a usarse debe estar lo más limpia posible, sin olor, color, ni sabor. No debe presentar espuma al momento de agitarla. Nunca se debe utilizar el agua del mar, ya que la sal que contiene afectará las varillas.

Aditivos: son productos químicos (líquido o polvos) que se añaden a la mezcla en pequeñas cantidades, para que mejore el hormigón. Existe gran cantidad de estos productos que tienen diferentes usos en el hormigón como acelerante, reductor de agua, retardante, etc., y se deben usar siempre que el profesional a cargo de la obra lo dicte.

3.3 Dosificación y mezcla

Para preparar un buen hormigón es importante utilizar la cantidad apropiada de cada ingrediente. Para lograr una buena dosificación se debe tener en cuenta la consistencia que se necesite y la resistencia que se indica en los planos estructurales. La consistencia es la forma, manejabilidad o trabajabilidad de la mezcla cuando está recién preparada, lo que permite llegar a todos los lugares del encofrado, evitando la formación de huecos o cangrejeras. La dosificación la realiza el ingeniero a cargo de la obra.

La resistencia del hormigón dependerá en gran parte de la cantidad de agua y de cemento presente en la mezcla. Si se pone mucha agua, ésta se evapora y crea fisuras, huecos o cangrejeras en el hormigón, se separan los ripios del cemento, cayendo la resistencia, mientras que si se pone poca agua, se crea una mezcla difícil de manejar, se complica la fundición y muy probablemente se generen huecos y cangrejeras.

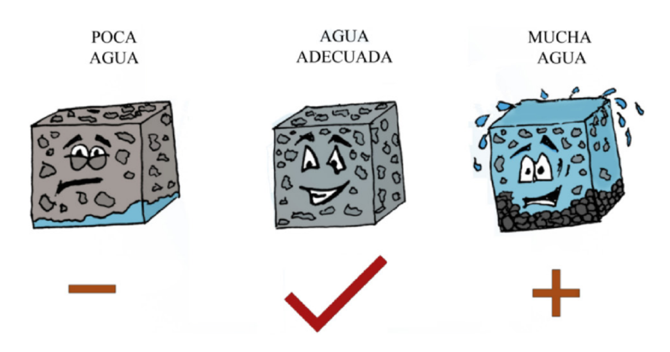


Figura 17: **La cantidad de agua justa produce el mejor hormigón**

La dosificación que más se utiliza para elementos estructurales como cimentaciones, cadenas, muros de contención es:

- 1 saco de 50 kilogramos de cemento
- 28 litros de agua (algo más de una caneca)
- 2.5 parihuelas de arena al ras
- 3 parihuelas de ripio al ras

La dosificación que más se utiliza para contra-pisos es:

- 1 saco de 50 kilogramos de cemento
- 35 litros de agua potable (un poco más de caneca y media)
- 3 parihuelas de arena al ras
- 3.5 parihuelas de ripio al ras

La dosificación que más se utiliza para losas, vigas y columnas es:

- 1 saco de 50 kilogramos de cemento
- 25 litros de agua potable (algo más de una caneca)
- 2 parihuelas de arena al ras
- 2.5 parihuelas de ripio al ras

Siendo las parihuelas típicas, unas cajas de madera o metálicas de 30 a 33 centímetros por lado, que sirven para medir cuanto material entra a la concretera o mezcladora.

Existen dos maneras de realizar la mezcla de estos materiales: manual y con equipo mecánico (concretera). Se debe preferir utilizar la concretera para conseguir una mezcla homogénea.

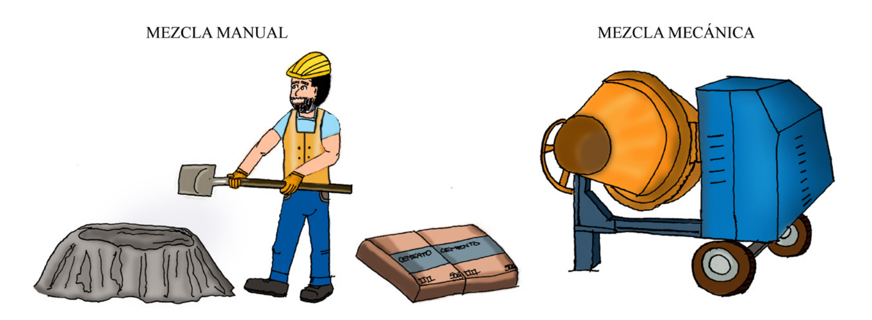


Figura 18: **Maneras de mezclado del hormigón**

El procedimiento que se recomienda para realizar la mezcla en la concretera es el siguiente: en rotación la concretera, primero se agrega una cantidad pequeña de agua (unos 2 litros aproximadamente), seguidamente se agrega el ripio, luego se agrega todo el cemento, por último se agrega la arena y paulatinamente el resto del agua. La mezcla se lo hace máximo en 3 minutos pero no menos de un minuto y medio.

3.4 Colocación, compactación y curado

Tan importante como el mezclado del hormigón es su colocación en el encofrado o sitio que lo recibe (fundición). Mientras se funde no se debe añadir agua bajo ninguna circunstancia. Por eso, tampoco se debe fundir si llueve.

Para evitar que la mezcla pierda su humedad, es necesario humedecer los encofrados donde se vaya a colocar el hormigón. La colocación debe realizarse desde la menor distancia posible a su punto final como muestra la figura a continuación. Si se deja caer el hormigón desde mucha altura (más de 1 metro o metro y medio) puede que la mezcla de cemento y arena se separe de los ripios, y no lograremos un hormigón uniforme. Se debe utilizar una manguera de vertido o un tubo.

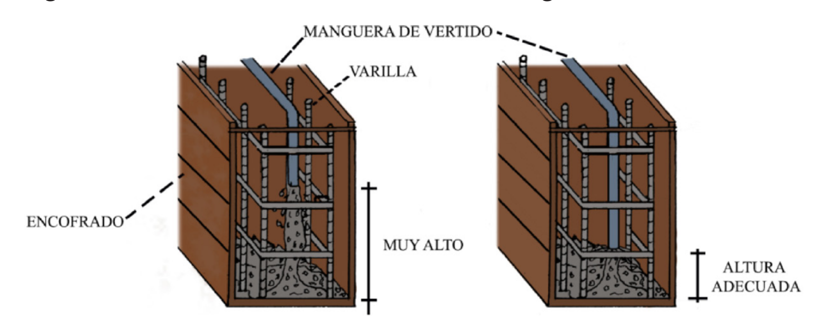


Figura 19: **Hormigón colocado cerca de su posición final**

La compactación (vibrado) del hormigón es importante ya que evitará los posibles vacíos o cangrejeras y se conseguirá un hormigón más uniforme. Esto se lo realiza, por ejemplo, con vibradores, sumergiéndolos verticalmente (no inclinados) entre 10 y 20 segundos. Se vibra cada medio metro de longitud, asegurando que el hormigón esté en contacto con todos los puntos del encofrado y no se formen huecos o cangrejeras.

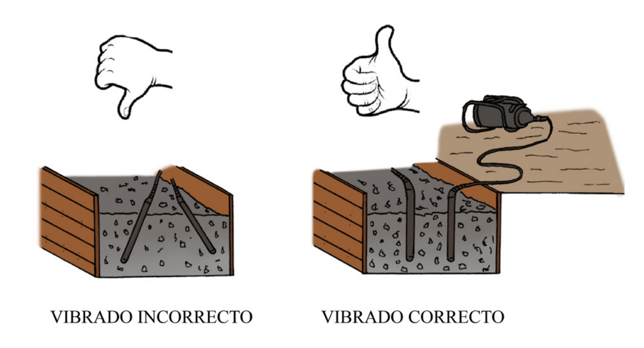


Figura 20: **Posición vertical correcta del vibrador**

Si no se tiene un vibrador, la compactación se lo realiza con un pedazo de varilla, con movimientos rígidos de arriba hacia abajo, taqueando el hormigón. Sin embargo, se prefiere siempre utilizar el vibrador.

Por último, el curado consiste en mantener húmedo un elemento de hormigón, luego de que éste se haya endurecido, es decir, después de 1 o 2 horas de ser colocado. Se lo realiza regando agua a las paredes o la superficie del elemento estructural, o cubriendo el elemento estructural con algún material impermeable que impida se evapore el agua.

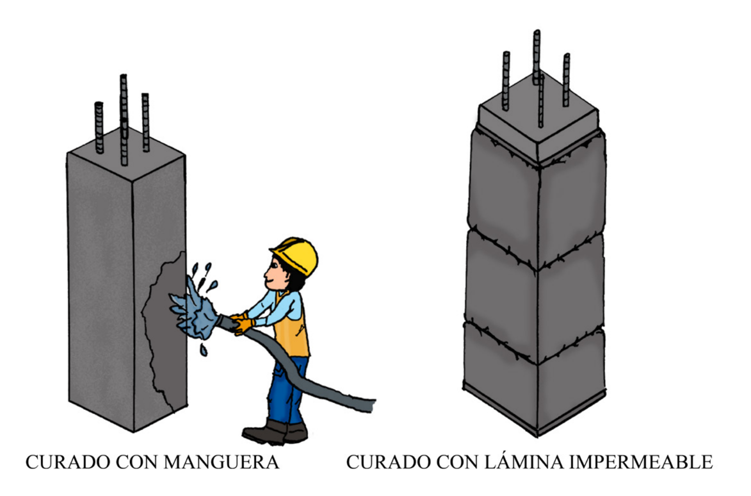


Figura 21: **Curado del hormigón**

Este proceso de curado debe durar al menos durante los próximos 7 días después del fraguado del elemento. Sin embargo, se recomienda prolongar el tiempo de curado lo más que se pueda.

4. Procedimientos para la construcción de una vivienda segura

Si ya está escogido el sitio, lo primero que se necesita son los planos de la vivienda, tanto los arquitectónicos como los estructurales y los de instalaciones. Se describen a continuación:

- Los planos arquitectónicos son una representación gráfica de la distribución de los espacios (cocina, sala, dormitorios etc.), tamaños, ubicación de la vivienda respecto a las casas vecinas.
- Los planos estructurales en cambio, informan sobre los elementos estructurales, cómo deben ser construidos y con qué materiales. Ellos indican el tipo, tamaño y dimensiones de cimentación, columnas, vigas, losas (cubierta o entrepiso); además muestran la disposición, tipo y tamaño de las varillas de refuerzo de acero de cada uno de estos elementos estructurales así como la resistencia que tendrá el hormigón en cada uno de estos elementos. Un plano estructural es como una radiografía de los elementos estructurales de una construcción.
- Los planos de instalaciones, informan sobre las conexiones eléctricas, de agua potable y sanitarias que requerirá la vivienda para que tenga servicios confortables.

Estos planos permitirán tener una idea del precio, el tiempo y los materiales que se van a necesitar para construir. Los planos deben venir firmados por los profesionales Arquitecto e Ingeniero, quienes avalan que los diseños son correctos y seguros. Los planos deben ser aprobados por el Municipio. El proceso de aprobación informa si los planos cumplen con las normas aplicables, y qué cambios se deberían realizar para que todo sea legal. Cada plano es único, ya que cada construcción posee características únicas y específicas. No se deben utilizar planos de otras construcciones. Entonces ya se puede iniciar la construcción de la vivienda. A continuación se describen consejos para construir una vivienda, paso a paso, de manera segura, cumpliendo lo que dice la Norma Ecuatoriana de la Construcción.



Figura 22: **Los planos aprobados por el Municipio aseguran cumplir con las normas y que la vivienda sea legal**

4.1 TRABAJOS PRELIMINARES

Con los trabajos preliminares se da inicio a una construcción. Normalmente son 3 pasos: limpieza, nivelación del terreno y el trazado y replanteo de la vivienda. Lo que se busca es preparar el terreno donde se trasformarán los planos de la vivienda en una realidad.

Es importante durante esta etapa ubicar o construir una bodega donde se guardarán materiales y herramientas que se necesitarán durante toda la construcción, así como una guardianía o guachimanía.

4.1.1 Limpieza del terreno

Es la primera actividad que se realiza durante la construcción. Se remueve la posible basura que se encuentre en el sitio, cualquier material que se pueda descomponer, además de desalojar la capa vegetal (suelo orgánico) del terreno (raíces y troncos), tierra suelta y cualquier otro material que impida trabajar en el terreno, como por ejemplo, rocas o troncos muy grandes.



Figura 23: **Limpieza del terreno**

4.1.2 Nivelación del terreno

Nivelar es lograr que el terreno quede en lo posible plano, listo para construir la vivienda, y conocidas las alturas o niveles a las cuales se construirán los diferentes elementos de dicha vivienda. El terreno debe quedar nivelado a un nivel deseado (también llamado rasante) por encima de la red de alcantarillado principal y de los posibles desagües que existan alrededor. Para manejar las alturas o niveles, uno de los métodos más usados es el método de nivelación de la manguera, que consiste y requiere de:

1.- Se necesita una manguera transparente de media pulgada de diámetro y no más de 10 metros de longitud y algunas estacas de aproximadamente de 1.5 metros de longitud.

2.- Se llena la manguera con agua limpia y se verifica que no tenga ninguna burbuja en el interior. Se colocan estacas en los bordes del terreno y donde se crea necesario, verificando que estén a plomo (verticales).

3.- Con una de estas estacas, se toma un punto de referencia fijo, que puede ser una vereda, por ejemplo, y se marca en la estaca una altura de 1 metro o más, que es el nivel de referencia.

4.- Por último, por medio de la manguera, se traslada la marca de esta primera estaca hacia las demás estacas.

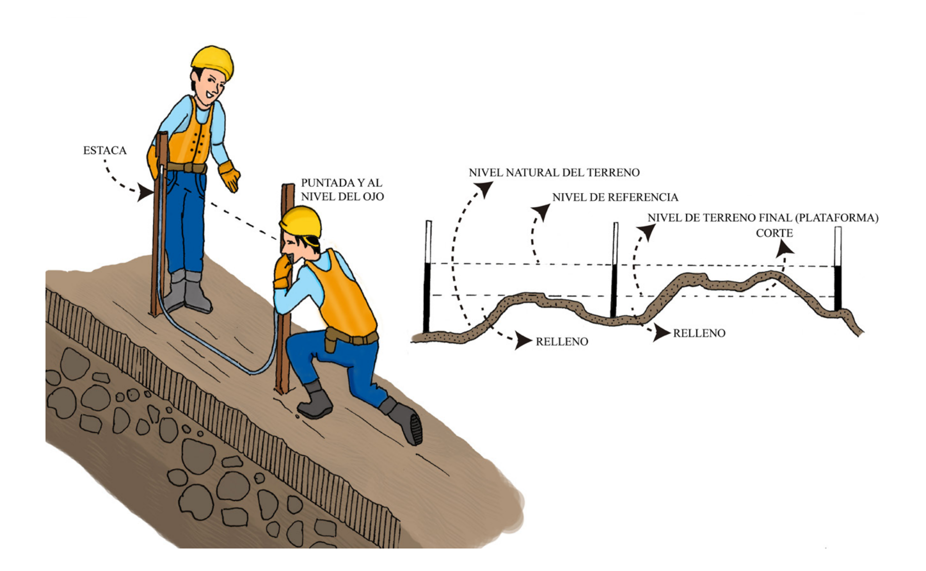


Figura 24: **Nivelación del terreno: método de la manguera**

Una vez que se hayan marcado todas las estacas, se mide en cada una de estas la altura desde la marca hasta el suelo natural; cuando las medidas son menores a 1 metro se deberá cortar el terreno y, cuando la medida es mayor a 1 metro, se deberá rellenar el terreno para nivelar el terreno al nivel deseado o rasante.

Para rellenar es recomendable hacerlo en capas de tierra limpia, sin materia orgánica, de 15 a 20 cm de espesor, mojándola con agua y compactándola con un compactador tipo pisón, aunque mejor es usar un compactador tipo sapo o tipo plancha.

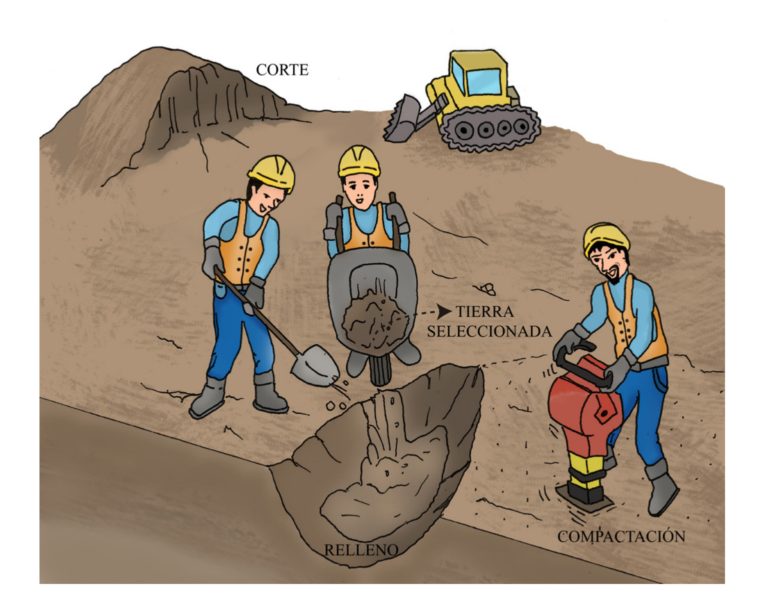


Figura 25: **Nivelación del terreno: corte y relleno**

4.1.3 Trazado y replanteo

El trazado y replanteo permiten empezar a trasladar la información de los planos hacia el terreno. La primera información que se marca en el terreno son los ejes, que permiten tener las referencias sobre dónde construir los elementos de la vivienda.

Para esto hay que tener claro los bordes del terreno, tomando en cuenta los linderos con los vecinos, si existieran, y los retiros a la vía que exigen las normas municipales.

Para trasladar los ejes del plano estructural (ejes de cimentación), es recomendable construir caballetes, los cuales se colocarán en las esquinas principales de la construcción o donde se crea necesario, para el trazado del eje (ver figura 26). Estos caballetes son generalmente construidos con estacas de madera de 5 x 5 x 60 cm y una tabla horizontal de 15 cm de ancho y 2 de espesor (puede ser una tabla de monte) que se coloca en la parte superior de las estacas, uniéndolas entre sí (ver figura 26).

Una vez que estén colocados los caballetes, con la ayuda de clavos y piola, se comienza a amarrarlos entre sí, de tal manera que se vayan dibujando los ejes de cimentación que presenta el plano estructural.

Para trasladar los ejes hacia el suelo, que por ahora están representados en las piolas amarrados a los caballetes, se coloca una plomada en un extremo de la piola y luego en el otro, para poder señalar dos puntos en el terreno. Al mismo tiempo, se va trazando el ancho de las cadenas de cimentación al igual que los plintos y se los señala o dibuja con cal o cementina en el suelo.

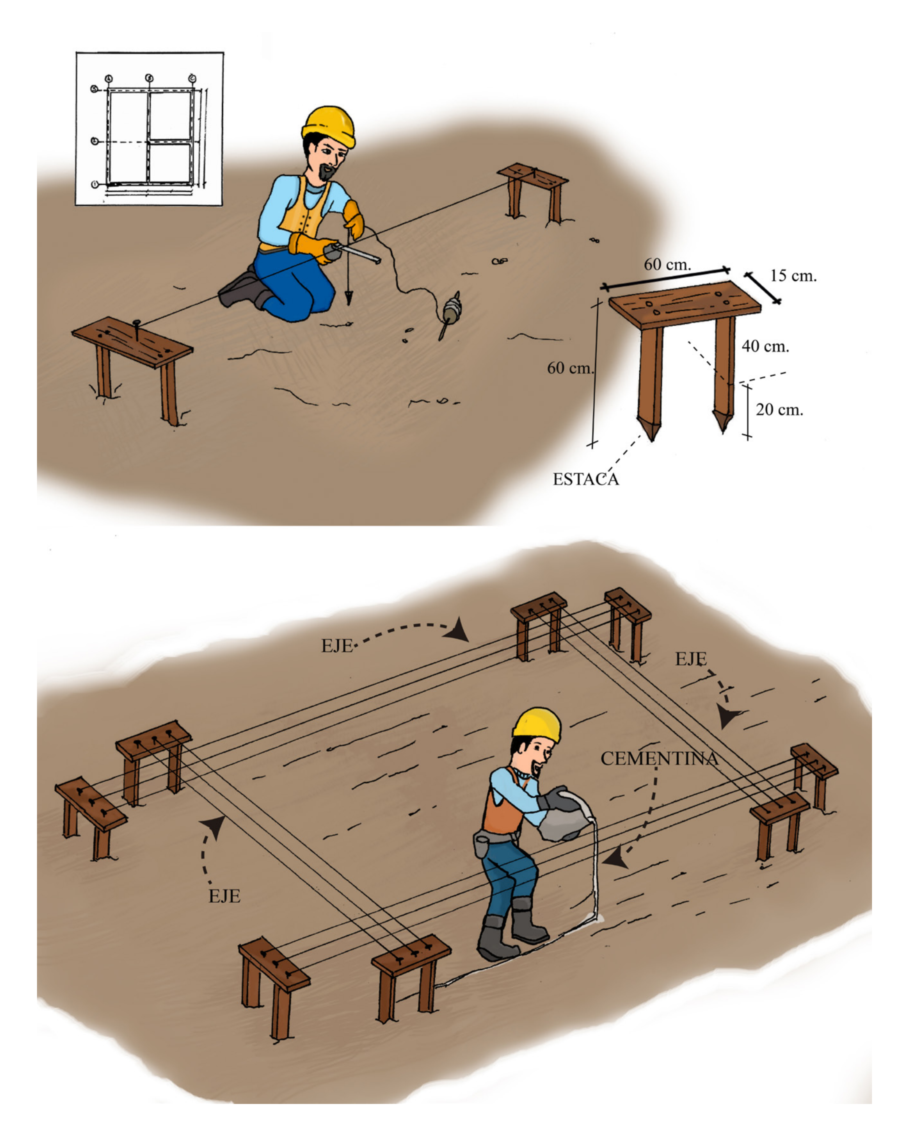


Figura 26: **Caballetes, piola y cal (cementina) para trazado de ejes**

Una vez que el trazado esté finalizado, éste servirá como referencia para la excavación de los cimientos (plintos, cadenas). Es indispensable revisar constantemente el trazado de los ejes, que estén perpendiculares y que las dimensiones que se especifican en los planos se cumplan, pues a veces se los golpea o se mueven, y pueden provocar errores al momento de construir la vivienda.

Cuando los ejes son perpendiculares, una manera para verificarlos es usando la regla del 3-4-5. Este método consiste en formar un triángulo cuyos lados miden 3, 4 y 5 metros, creando una gran escuadra o ángulo recto entre los lados de 3 y 4m. Con la ayuda de un flexómetro o cinta métrica se mide un lado de 4 metros y otro lado de 3 metros; luego la recta inclinada que une este triángulo tendrá que medir 5 metros exactos, cumpliendo con una escuadra perfecta (figura 27).

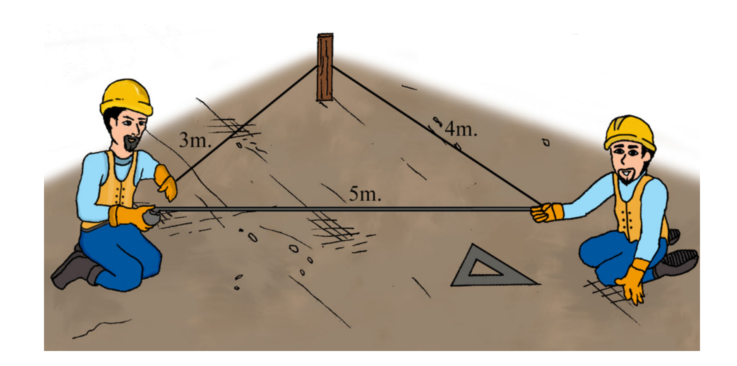


Figura 27: **Verificación de trazo a escuadra con la regla 3-4-5**

En la construcción, es importante tener puntos de nivel de referencia para marcar posibles nuevos puntos. Para esto se pueden marcar líneas de referencia en las paredes vecinas de los linderos, o también se pueden usar pingos o estacas grandes que se mantendrán durante todo el proceso constructivo de la vivienda que marcan los niveles referenciales. Es recomendable ubicar los pingos fuera de la zona de trabajo para que, mientras se vaya construyendo, se verifiquen niveles. Para ir verificando estos niveles se usa la manguera con agua como se explicó con anterioridad.

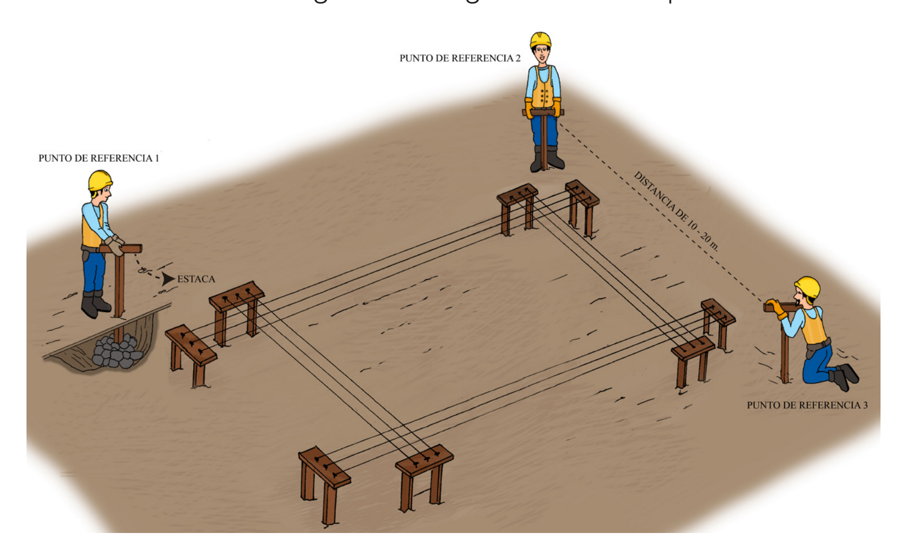


Figura 28: **Puntos de nivel de referencia**

4.2 Muros de contención

Como se indicó antes, no es recomendable construir cerca de laderas demasiado empinadas, pero cuando se tiene un terreno en ladera, es necesario construir muros de contención, los cuales servirán para proteger la vivienda de los empujes de tierra y posibles deslizamientos, o también para un posible relleno que nivele el terreno.

Hay varios tipos de muros de contención: existen los muros de hormigón armado, muros de hormigón ciclópeo (sin varilla de refuerzo), muros de gaviones (malla y piedra), muros anclados, entre otros. El tipo de muro a construir, así como sus dimensiones, especificaciones, tamaño, dependerá del tipo de suelo del lugar y del detalle existente en el respectivo plano estructural.

A continuación se presenta un proceso constructivo para un muro de contención de hormigón armado, que es el más utilizado.

4.2.1 Excavación para pie de muro

Cuando se realizó el trazado y replanteo del terreno, se debió tomar en cuenta la ubicación de los muros de contención a construirse. Si la rasante está en la parte inferior del talud de la ladera, es indispensable proteger a los trabajadores creando una barrera para posibles deslizamientos de tierra. Esta barrera puede hacerse utilizando madera, enterrando puntales de al menos 7.5 cm de lado (o 3 pulgadas) y de 2.5 m de longitud, enterrándolos al menos medio metro y separándolos metro y medio entre sí. Entre los puntales se clavan tablas de monte de 2.5cm de espesor, cubriendo al menos 1 m de altura de los puntales. Esta barrera provisional cubrirá toda la zona a excavar y estará separada del lugar de excavación por lo menos 1 m.

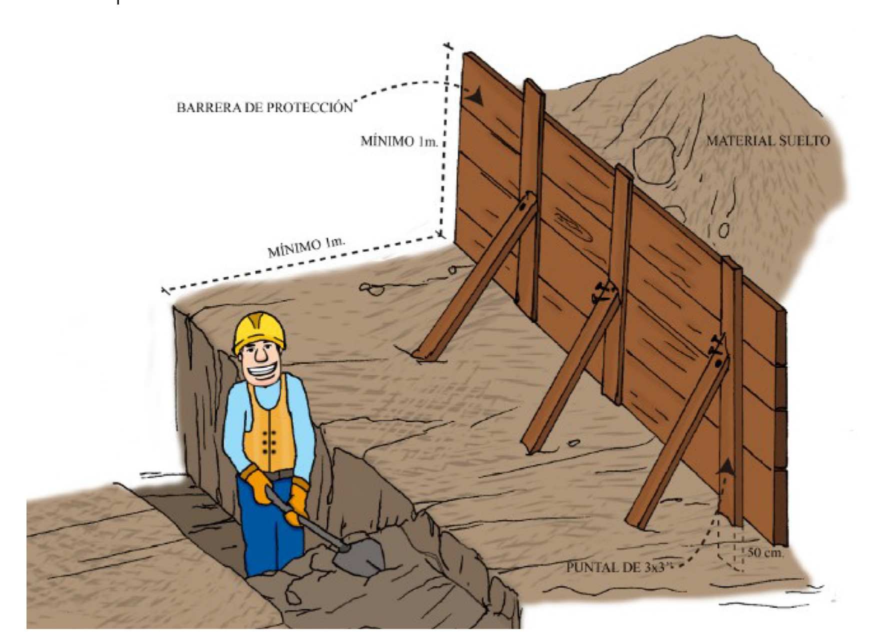


Figura 29: **Barrera protectora para excavación de zanja de muro de contención**

Una vez asegurado el sitio de trabajo del pie del muro, se procede a realizar la excavación de la zanja para el muro (ver figura 29). La profundidad, el ancho y la longitud de la zanja dependerán de lo que especifique el plano estructural. Sin embargo, hay que tener ciertos cuidados al realizarla:

- Las paredes de la excavación del muro deben ser lo más rectas y verticales posibles respecto al fondo. El fondo de la zanja debe esta compactado y nivelado.
- Si es necesario se fundirá un replantillo de hormigón de 5 cm en la zanja.
- Sobre este replantillo se colocarán “galletas” de hormigón o separadores para apoyar la armadura del muro y que no esté en contacto con el suelo o con el replantillo.
- Finalmente, si la tierra excavada cumple con las condiciones para material de relleno, se la reutilizará mientras que lo sobrante se desalojará de la obra.

4.2.2 Armadura de acero para muro de contención

Las dimensiones, tipo y ubicación de las varillas del pie y del muro se las podrá encontrar en el plano estructural. Se debe tener en cuenta que un muro de contención de hormigón armado tiene varillas de refuezo vertical y horizontal.

Todas las varillas de acero que se utilicen en el armado deben estar libres de óxido, grasas, pintura, aceites para que la varilla pueda adherirse de la mejor manera al hormigón. Si se van a almacenar, las varillas de acero no deben estar en contacto directo con el suelo y deben estar cubiertas con plástico para evitar que se oxide. Se debe tener en cuenta también que las varillas de refuerzo vienen de 12 m de longitud y que éstas no deben presentar fisuras y, aquellas varillas que ya se han doblado con anterioridad, no se las debe enderezar y volverlas a usar.

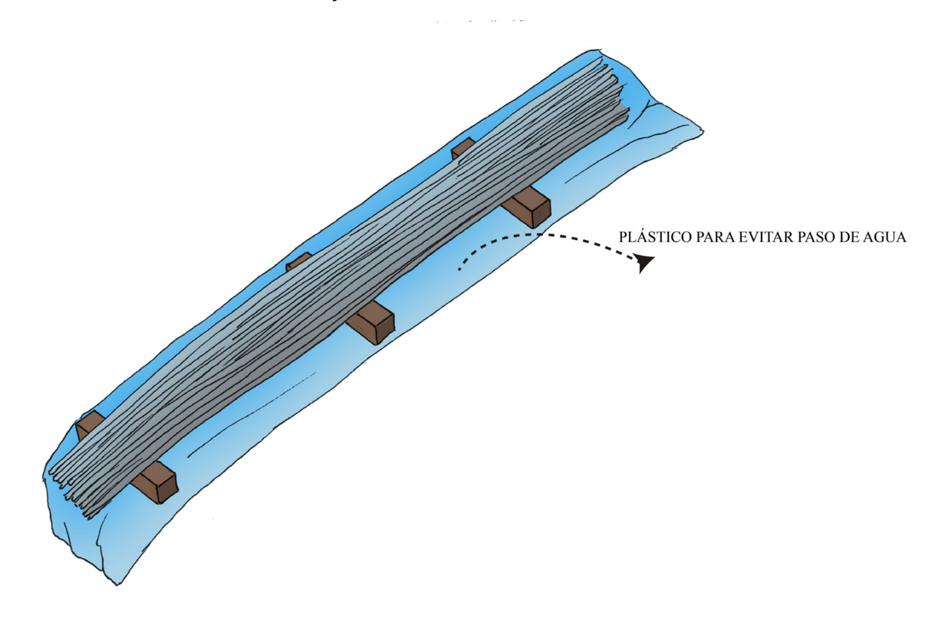


Figura 30: **Almacenamiento de varillas**

Para colocar las varillas del muro de contención, se debe tener clara la información de los planos estructurales. En la planilla de hierros del plano se indican los cortes que se deben hacer a las varillas. Seguidamente, se procede a realizar los doblados de éstas y se las coloca en su posición amarrándoles con alambre de acero. Se recomienda utilizar listones de madera de 2’’ x 2’’ (5 x 5 centímetros), así como templadores hechos de alambre que van a ambos lados y se anclan a estacas como se muestra en la figura 31, para evitar que las varillas verticales y horizontales se muevan al momento de colocar el hormigón del muro. Un aspecto muy importante a no olvidar es, que si se han de traslapar las varillas, nunca se deben hacer dichos traslapes al nivel del suelo sino en la parte superior de la pared del muro.

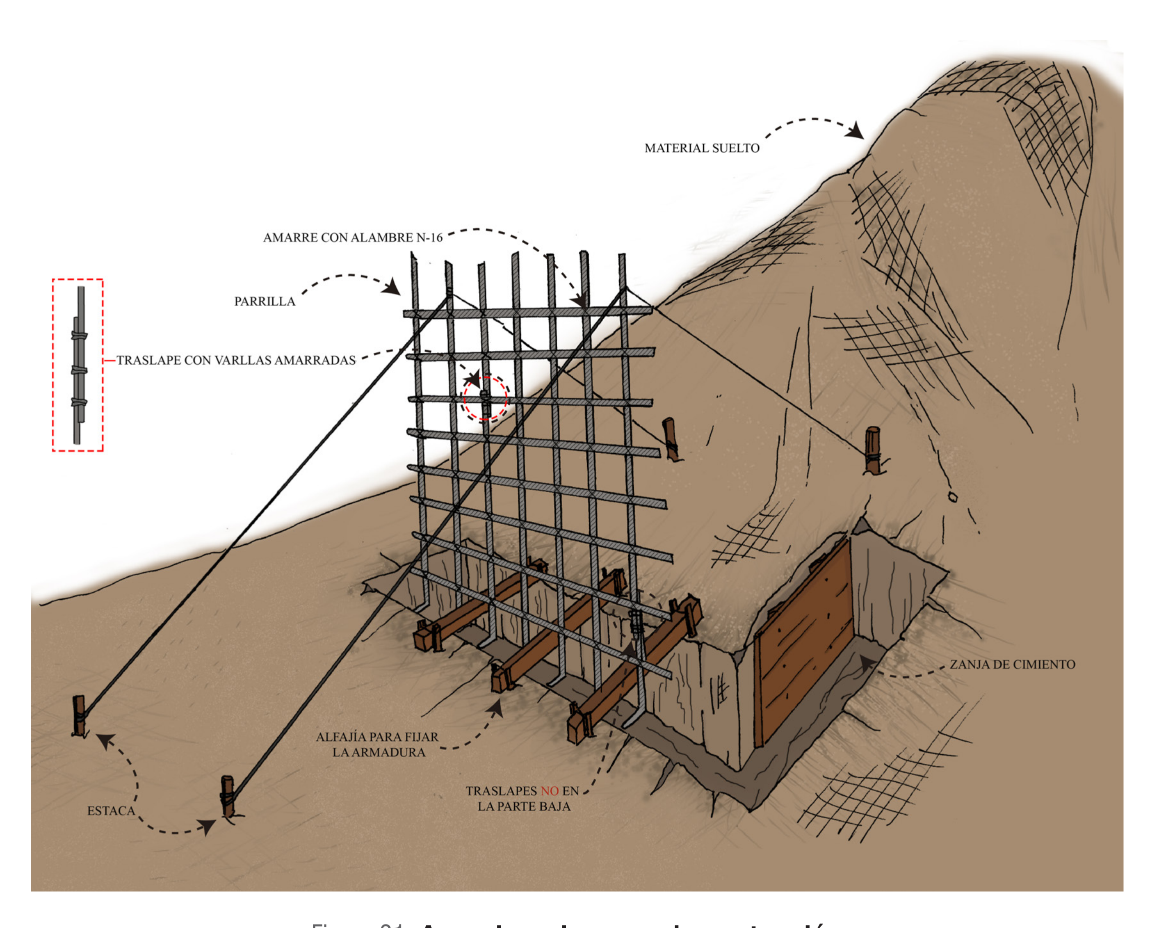


Figura 31: **Armadura de muro de contención**

4.2.3 Fundición del pie del muro de contención

Una vez que esté armado completamente el pie del muro y la parte de la pared vertical del mismo, se procede a colocar el hormigón. Para ésto, la zanja excavada debe estar húmeda para evitar que el suelo absorba el agua del hormigón y éste pierda sus propiedades.

En el plano estructural debe constar la resistencia que deberá tener el hormigón. Es muy importante controlar la cantidad de agua ya que el exceso de ésta hace que el hormigón pierda resistencia y poca cantidad de agua hace que el hormigón este muy seco y sea poco manejable.

Es importante que mientras se vaya fundiendo se revise constantemente que las varillas horizontales y verticales mantengan su posición. La fundición del pie del muro se lo realiza en una sola etapa, de ser posible, compactando el hormigón con un vibrador para evitar que se creen vacíos y huecos en la cimentación del muro.

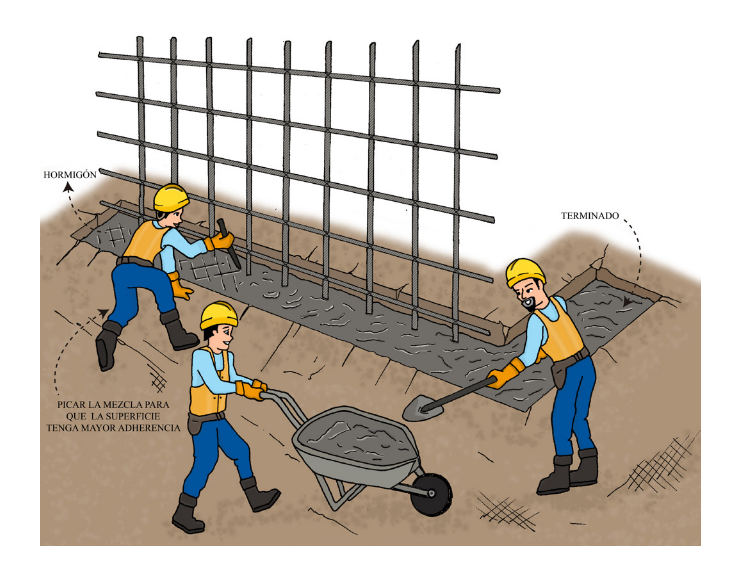


Figura 32: **Fundición del pie de muro de contención**

Como se puede observar en la figura 32, es recomendable rayar o picar la superficie fundida del pie del muro para que presente una mejor adherencia con el hormigón nuevo proveniente de la fundición de la parte inferior del muro.

4.2.4 Encofrado del muro de contención

Para encofrar un muro de contención se deben seleccionar tableros lo suficientemente resistentes para soportar la presión que genera el hormigón al ser fundido. Si los tableros se los realiza de madera y el muro no mide más de 1.5 metros de altura, se pueden armar de la siguiente manera:

Se utilizan tablas de 20 a 25 centímetros de ancho, las cuales llevarán refuerzos (barrotes) de madera verticales de 5 x 7.5 cm separados horizontalmente cada 1.5 m como máximo, como se puede observar en la figura 33. Los puntales inclinados, que refuerzan los barrotes, pueden ser también de 5 x 7.5 cm, sostenidos por estacas de 50cm enterradas 30cm, que son las que resistirán la presión del hormigón. También se usa espaciadores los cuales servirán de guía para mantener constante el espesor del muro.

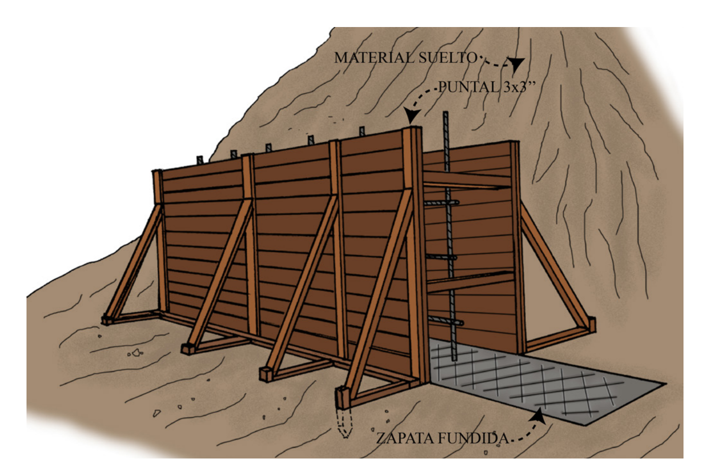


Figura 33: **Encofrado de muro de contención**

4.2.5 Fundición del muro de contención

Este trabajo se lo debe realizar con la ayuda de una concretera, que ayuda a preparar la mezcla de manera adecuada. Debe vertirse el hormigón verticalmente a una altura no mayor de 1.5m y debe ser compactado utilizando un vibrador. Se recomienda también golpear ligeramente el encofrado para evitar que queden huecos o "cangrejeras".

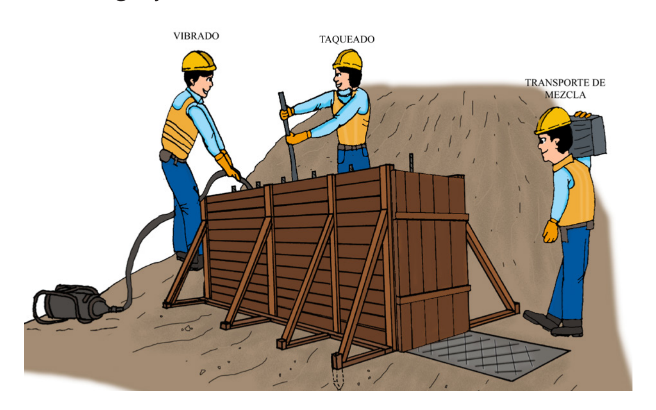


Figura 34: **Fundición de muro de contención**

4.2.6 Desencofrado del muro de contención

Es importante retirar el encofrado sin producir golpes al muro y se recomienda como mínimo retirarlos 24 horas después de haberlo fundido. Una vez que se retire el encofrado se debe comenzar el proceso de curado, vertiendo agua en las paredes del muro, por lo menos durante los próximos 7-15 días. El encofrado se debe retirar con cuidado para poder volverlo a utilizar.

4.2.7 Relleno

Si el muro que se construyó es para soportar las cargas de tierra que representa un relleno, se debe comenzar a realizar el relleno al menos 7 días después de haber fundido el muro. El relleno se lo debe realizar en capas de 15 a 20 cm, humedeciéndolas previamente y compactando el suelo mediante una plancha compactadora, un compactador tipo sapo o un pisón.

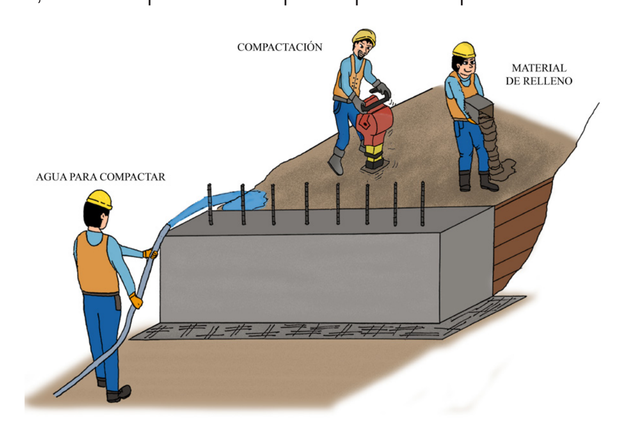


Figura 35: **Construcción de relleno que soporta muro de contención**

Es muy importante tener en cuenta que la zona de relleno solamente se debe usar para apoyar el contrapiso de la vivienda y no para recibir la cimentación de los elementos estructurales de la misma. La profundidad de cimentación (plintos) de columnas o muros de la vivienda debe atravesar el relleno y apoyarse sobre suelo firme para evitar asentamientos.

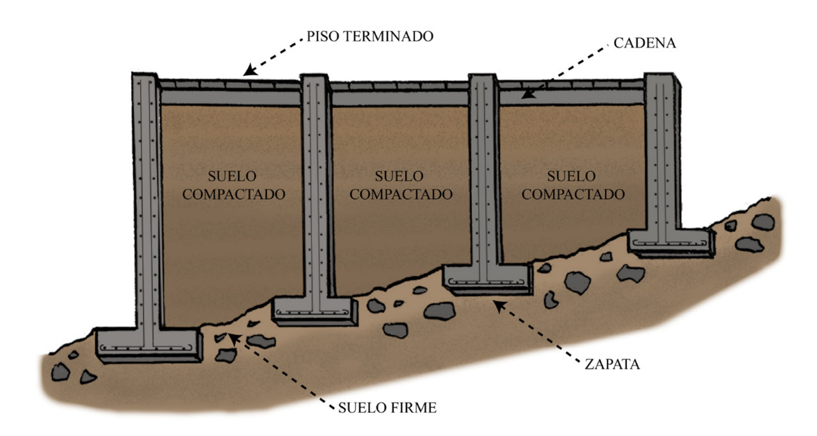


Figura 36: **Cimentación sobre suelo firme cuando existe relleno**

4.3 Cimentación

La cimentación de una vivienda es la encargada de transmitir uniformemente todas las cargas de los pisos hacia el terreno y se la debe construir sobre suelo firme, nunca sobre relleno.

Existen varios tipos de cimentación tales como: zapatas aisladas, zapatas combinadas, losa de cimentación, vigas de cimentación y, dependiendo la calidad de suelo, se usan también pilotes enterrados. El tipo más común de cimentación para una vivienda son las zapatas aisladas o combinadas, conectadas entre sí con cadenas que se cimientan sobre un soporte de hormigón ciclópeo. Se describe a continuación la construcción de zapatas aisladas para soportar las columnas de una vivienda.

4.3.1 Excavación para plintos y cadenas

Una vez realizado el trazado y replanteo de la vivienda se conoce donde se ubicarán los plintos (que son huecos excavados donde se construirán las zapatas de hormigón que soportan las columnas). Para excavar los plintos se deben seguir los mismos consejos descritos para la zanja de cimentación de muros, descritos anteriormente.

La Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC exige que las zapatas aisladas deben ser cuadrangulares o rectangulares. Siempre que sea posible, deben ser construidas de tal manera que su centro coincida con el centro de la columna o muro que la soportará.

La profundidad y área de excavación se las puede encontrar en los planos estructurales. Sin embargo, la Norma Ecuatoriana de la Construcción indica que la profundidad entre la superficie del contrapiso y el fondo de la zapata debe ser de al menos 1 metro, mientas que la menor dimensión de la zapata debe ser también de al menos 1 metro con un espesor mínimo de zapata de 15 cm.

Una vez terminada la excavación de los plintos, se realiza la excavación de la cimentación de las cadenas o riostras; de igual manera, los tamaños y la profundidad de excavación se los puede encontrar en los planos estructurales.

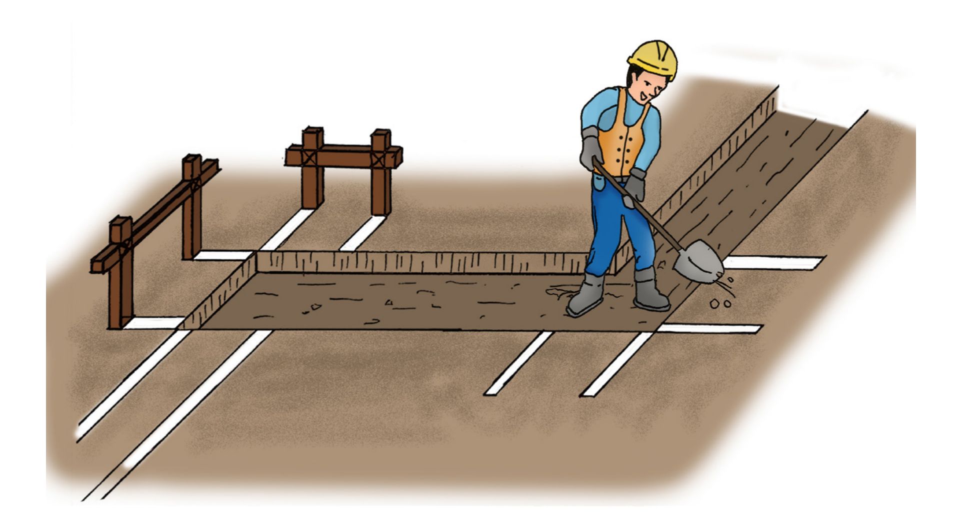


Figura 37: **Excavación a mano de plintos y cadenas**

Como se indicó anteriormente, cuando se construye en laderas y se usan muros de contención para soportar los posibles rellenos, nunca se debe apoyar la cimentación de la vivienda en la zona de relleno. En otras palabras, el fondo de la excavación de la cimentación tiene que sobrepasar el relleno hasta llegar a suelo firme, ya que podrían ocurrir problemas de asentamientos que provoquen daños con el tiempo (figura 38).

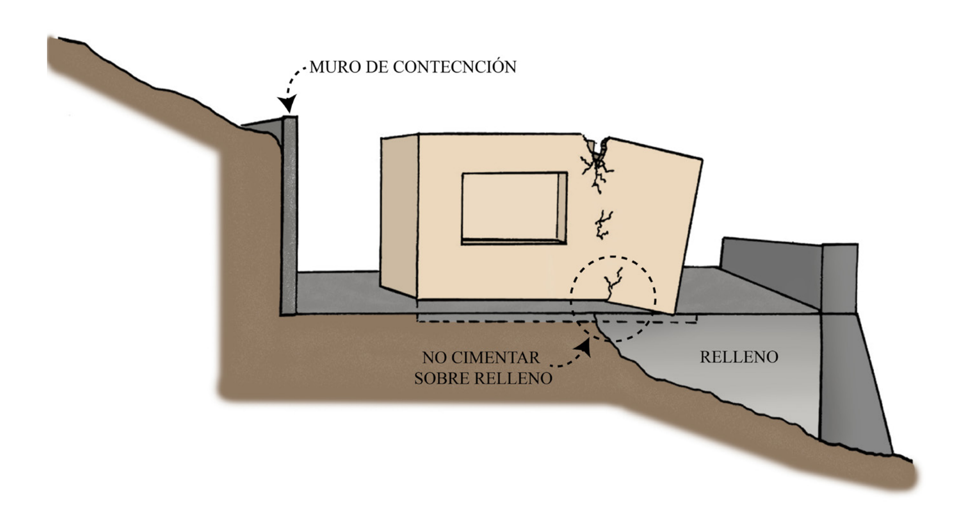


Figura 38: **Cimentación sobre relleno.**

Una vez terminada la excavación, el fondo se lo nivela y compacta usando un compactador tipo sapo o un pisón, ya que estas superficies son las que soportarán las cargas de la estructura.

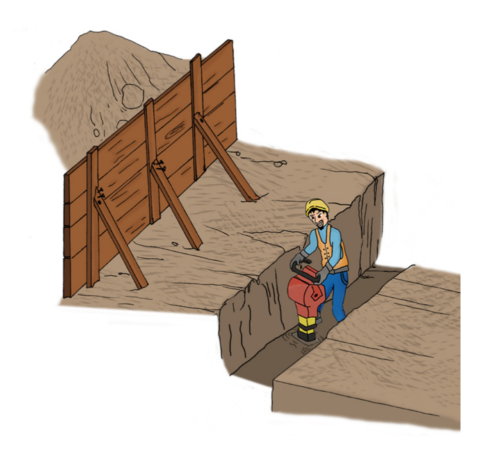


Figura 39: **Compactación de fondo de excavación.**

Teniendo el fondo de excavación ya compactado, se procede a fundir un replantillo o loseta de hormigón pobre, por lo general de 5 a 8 cm de espesor. El replantillo permitirá tener una superficie nivelada, rugosa y compacta para proceder al armado de la "parrilla" de varillas (figura 40) de las zapatas y el pie de columna (ver figura 41).

4.3.2 Armadura para plintos aislados y pie de columna

Se procede a armar la "parrilla" de varillas de acero de cada una de las zapatas, formando una cuadrícula, como se puede observar en la figura 40. Los tamaños, tipo y ubicación de las varillas constan en los planos estructurales. Las varillas se mantienen juntas mediante alambre de amarre de acero, que impiden su movimiento durante la fundición de la zapata. Para evitar el contacto directo entre las varillas y el replantillo, se colocan galletas (de 7.5x7.5x7.5cm) o separadores de varillas que aseguran la posición exacta de la parrilla dentro de la zapata. Estos 7.5 cm son requerimiento de la Norma Ecuatoriana de la Construcción.

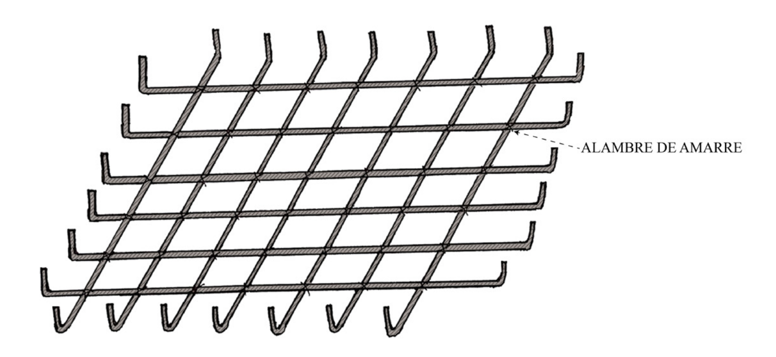


Figura 40: **Armadura de zapatas aisladas.**

Una vez colocada la armadura de las zapatas, se procede a armar el pie de la columna con sus respectivos estribos y se dejarán las varillas longitudinales de las columnas en toda su altura, mientras no se necesite realizar un traslape (ver la sección construcción de columnas), la cual irá sujeta a esta "parrilla", por medio de apoyos ("patas") formadas con las mismas varillas longitudinales de la columna pero dobladas en "L" como se muestra en la figura 41, y amarradas con alambre de acero.

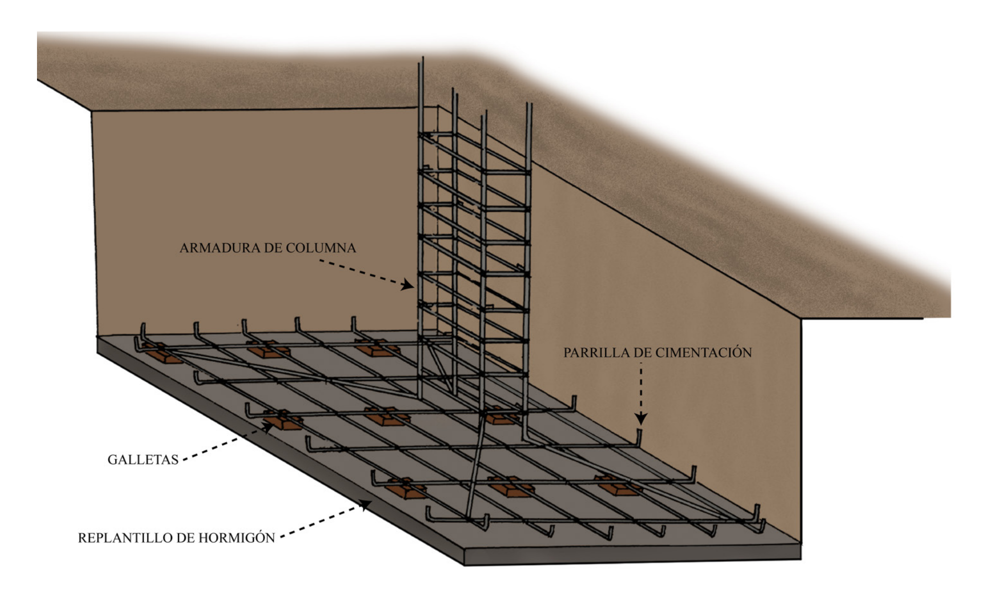


Figura 41: **Armadura de columna (pie).**

La longitud mínima de estos apoyos en "L" dependerá del diámetro de la varilla longitudinal de la columna; típicamente es igual a 12 veces el diámetro de la varilla.

De igual manera se deberán colocar los estribos, en este pie de columna, como se muestre en el plano estructural. El armado que especifica la Norma Ecuatoriana de la Construcción para columnas se podrá encontrar en la sección de columnas, más adelante.

4.3.3 Fundición de zapatas aisladas, pie de columna y base de hormigón ciclópeo de cadenas

Una vez que se tenga en su sitio la armadura de los plintos y pie de columna, se procede a fundir las zapatas, el pie de columna y la cimentación de la cadena. La resistencia del hormigón para cada uno de los elementos estructurales mencionados, se encontrará en el plano estructural. Para la cimentación de la cadena, típicamente se utiliza hormigón ciclópeo (hormigón sin refuerzo, con piedras bolas como agregado grueso).

4.3.4 Fundición de zapatas

Para comenzar a fundir las zapatas, es recomendable sujetar con alambre galvanizado la armadura del pie de columna para evitar que se mueva de su sitio. Además, se requiere humedecer las paredes y el fondo de la excavación para evitar que estos absorban el agua del hormigón que se utilizará. El espesor de la zapata se lo encontrará en los planos estructurales. Nunca se deja la fundición de una zapata incompleta.



Figura 42: **Fundición de plintos.**

4.3.5 Fundición de pie de columna

Revisada la posición de las columnas según los ejes de la vivienda, se procederá a encofrar el pie de columna, hasta un nivel inmediatamente inferior al nivel de cadena o, lo que es lo mismo, hasta el nivel superior de la cimentación de las cadenas. Para esto se pueden usar tableros de madera o metálicos. Se debe apuntalar bien este encofrado para soportar las presiones que ejerce el hormigón. Esto permitirá el posterior armado de las cadenas y riostras y su cimentación. Luego se funden los pies de las columnas con el hormigón de resistencia especificada en los planos.



Figura 43: **Encofrado y fundido de pie de columna.**

4.3.6 Fundición de cimentación de hormigón ciclópeo de cadenas o riostras

Antes de la fundición del cimiento de las cadenas, se deberán identificar los lugares por donde atravesaran las tuberías de desagüe que tendrá la vivienda. Comúnmente se coloca un pedazo de tubo del diámetro que se especifique en el plano hidrosanitario, tapado con bolsas de cemento, para evitar que se tape durante la fundición. De igual manera se debe verificar que la zanja esté libre de basura o escombros. Como siempre, es necesario humedecer al suelo para evitar que absorba agua del hormigón.

Una vez que las instalaciones sanitarias estén listas, con sus respectivas pendientes, comienza la fundición del cimiento de la cadena.

La cimentación de la cadena requiere únicamente hormigón ciclópeo, sin armadura de refuerzo y debe completarse hasta llegar al nivel inferior de cadena.

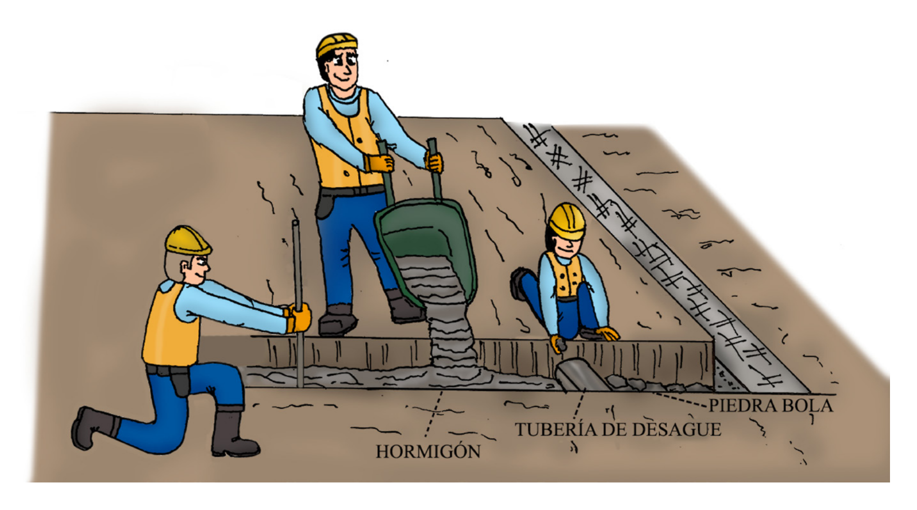


Figura 44: **Fundición del cimiento de la cadena.**

4.3.7 Cadenas

Las cadenas son pequeñas vigas que van encima del cimiento de hormigón ciclópeo. La función principal de estas es unir los pies de las columnas de la estructura para garantizar un trabajo conjunto. También se construyen cadenas inmediatamente debajo de las paredes divisorias de una vivienda, a manera de cimentación de pared. Por lo general, el ancho de esta cadena es de 20 centímetros, pero la altura y el ancho de esta cadena, se podrá encontrar en los planos estructurales.

El nivel de terminado de la cadena dependerá del nivel terminado del contrapiso. La cadena debe quedar por lo menos 10 centímetros debajo del nivel del contrapiso terminado y 10cm por encima del nivel de rasante, con el fin de que las paredes que se construyan sobre ellas no presenten humedad.

4.3.8 Armadura de la cadena

La armadura de la cadena por lo general consta de 4 varillas longitudinales con sus respectivos estribos sujetos a éstas mediante alambre de amarre. Los tamaños, tipo, ubicación y traslapes de las varillas se las podrá observar detalladamente en los planos estructurales. Las varillas longitudinales deben atravesar las columnas y deben mantenerse separadas del hormigón de la cimentación mediante galletas o separadores, a fin de proporcionarle el recubrimiento necesario y garantizar su correcta posición dentro de la cadena.

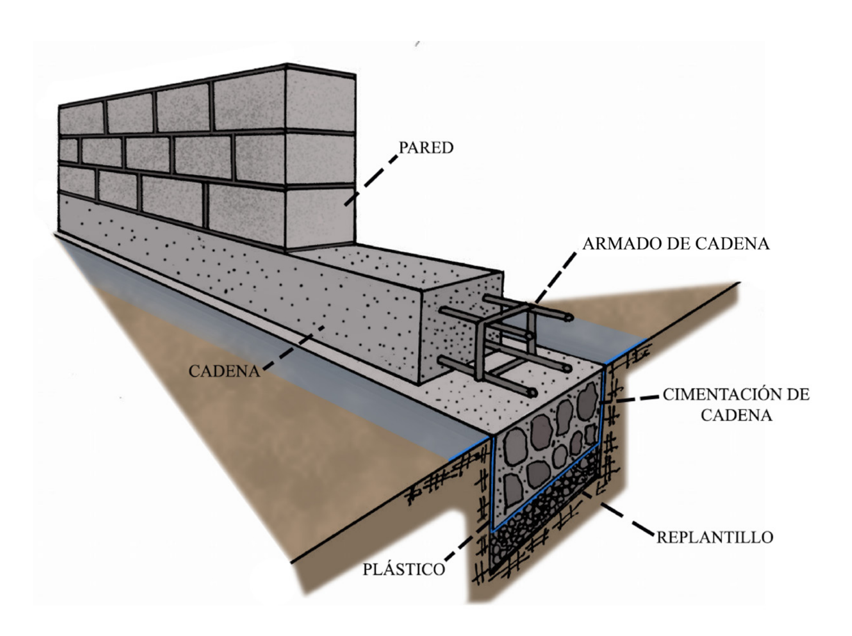


Figura 45: **Armadura de la cadena.**

4.3.9 Encofrado de la cadena

Colocada la armadura en su sitio, se procede a encofrar la cadena. Para ésto se utilizan tableros de madera. Una manera de construir estos tableros se detalla a continuación.

Estos tableros pueden estar formados por tablas de 2.5 centímetros de espesor y ancho de 20 centímetros, unidas entre sí por medio de puntales verticales que pueden ser de 5 x 7.5 centímetros, separados cada 60 centímetros. Con el fin de evitar que los tableros cedan al momento de la fundición, se colocan puntales inclinados de 5 x 7.5 centímetros soportando los puntales verticales, los cuales estarán asegurados al piso con estacas clavadas en el suelo como muestra la figura 47. También se usarán separadores cada 60 centímetros, para garantizar que al momento de fundir la cadena mantenga su dimensión.

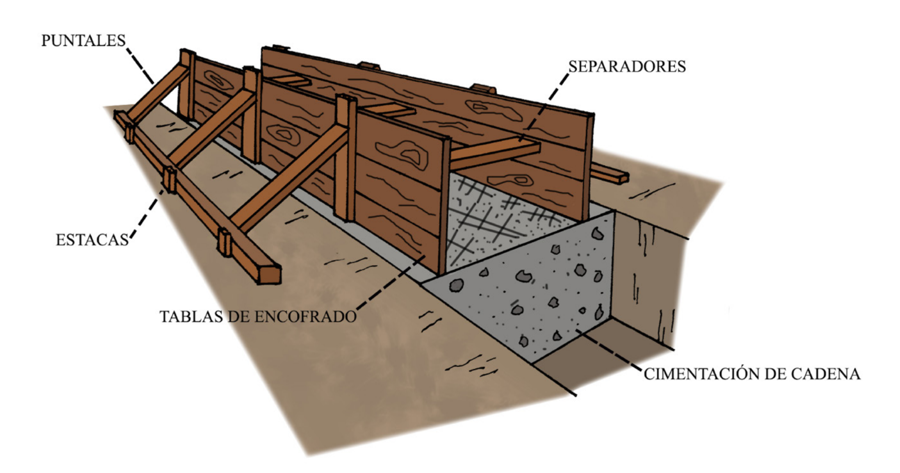


Figura 46: **Encofrado de cadenas**

4.3.10 Fundición de la cadena

Antes de fundir la cadena, se debe revisar que dentro del encofrado no se encuentren escombros y basura; además se debe humedecer la superficie de cimiento de hormigón ciclópeo y las paredes del encofrado. Verificados los niveles del encofrado y su apuntalamiento, se procede a fundir las cadenas con la resistencia del hormigón especificada en los planos estructurales. Se debe tener en cuenta de no golpear el encofrado al transportar el hormigón por medio de carretillas.

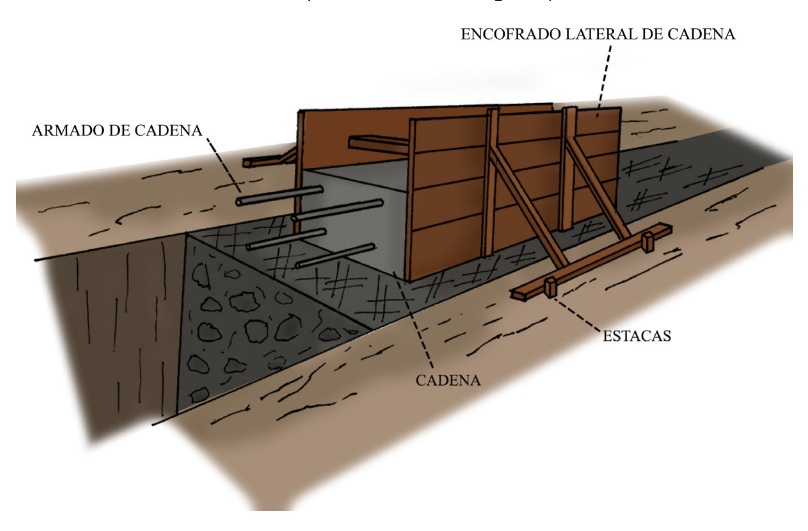


Figura 47: **Fundición de cadenas**

Al momento de fundir la cadena, es necesario compactar el hormigón por medio de un vibrador, para evitar cangrejeras o vacíos en la cadena que debiliten su resistencia.

4.3.11 Desencofrado y curado de la cadena

El desencofrado de la cadena se lo realiza mínimo 24 horas después que el hormigón haya fraguado, con cuidado, evitando golpear la cadena. Cuando se termine de desencofrar, se debe comenzar a "curar" la cadena, al menos, durante los próximos 7-15 días. Es muy importante revisar que no existan huecos o cangrejeras, evitando que el refuerzo quede a la intemperie. Si existiesen cangrejeras pequeñas, se las debe arreglar inmediatamente con mortero de cemento.

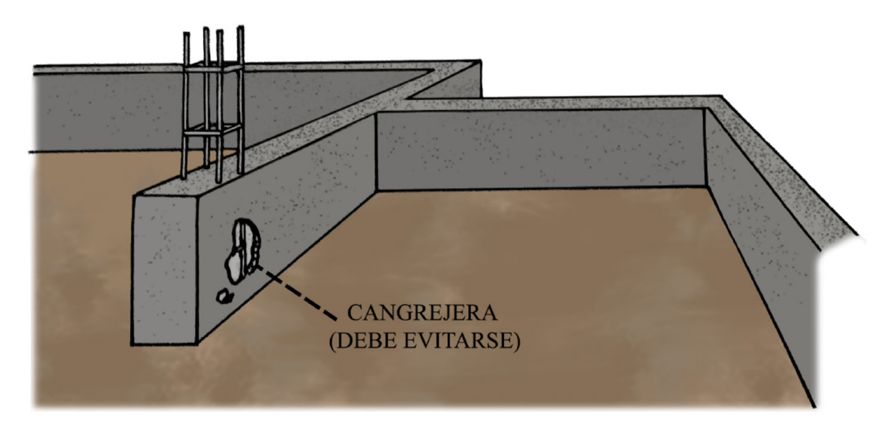


Figura 48: **Desencofrado de cadenas**

4.4 Contrapiso

Una vez realizada la cimentación de la vivienda, puede fabricarse el contrapiso, el cual, por lo general consta de las siguientes capas: suelo natural compactado, capa de piedra apisonada, Contrapiso (capa de hormigón con malla electrosoldada) y acabado (masillado y acabado final).

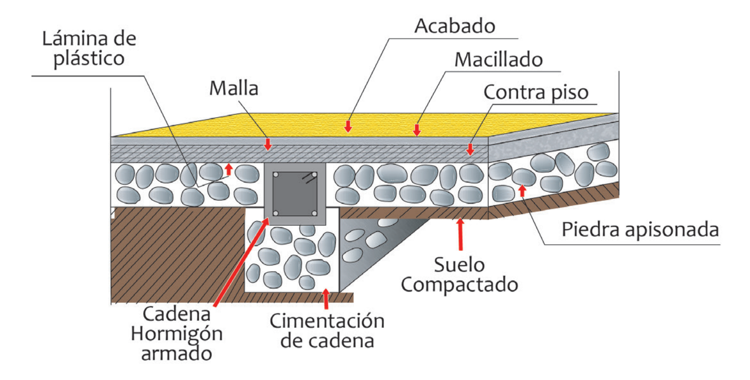


Figura 49: **Detalle de contrapiso**

4.4.1 Suelo natural compactado

Es importante compactar el suelo natural por medio de una máquina compactadora tipo sapo, plancha compactadora o de un pisón como se puede ver en la figura 51; si se necesitara rellenar para legar a los niveles adecuados, se podrá utilizar tierra de excavación de la cimentación, y se lo realizará por capas, humedeciéndolo para que la compactación sea óptima y verificando los niveles finales del suelo compactado, previendo el espesor de la capa de piedra apisonada, el contrapiso, macillado y acabado.

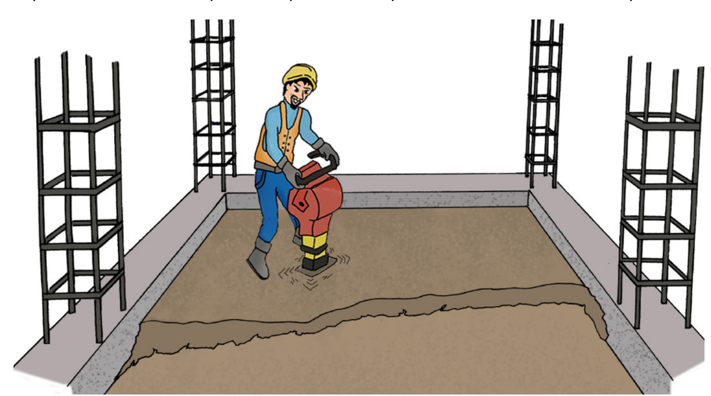


Figura 50: **Suelo natural compactado**

4.4.2 Capa de piedra apisonada

Una vez que el suelo natural este completamente compactado y nivelado, se procede a colocar piedras, completamente ordenadas y apisonadas (comprimidas) una con otra como se puede ver en las figuras 50 y 51. Por lo general se coloca esta capa hasta el nivel de la cadena, para facilitar el fundido del contrapiso. Esta capa de piedra servirá como una barrera impermeabilizadora que evitará humedades en la vivienda. Además, sobre esta capa de piedra se coloca plástico, garantizando la impermeabilidad.

4.4.3 Contrapiso

Antes de fundir el contrapiso, se verificará que todos los desagües y tuberías estén en su posición, como muestre el plano hidrosanitario y eléctrico.

El contrapiso es una losa de hormigón, con una malla electro-soldada en el medio, la cual evitará posibles rajaduras. La principal función de este contrapiso es soportar y repartir las cargas que actúen sobre él, hacia sus capas inferiores.

Por lo general se usa la malla denominada como 4-15, lo cual significa que el espaciamiento transversal y longitudinal de la rejilla que se forma (llamada "coco") es de 15 centímetros y tendrá 4 milímetros de diámetro.

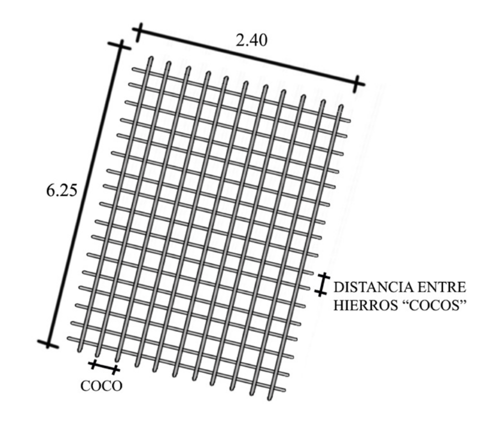


Figura 51: **Malla electro-soldada formando una cuadrícula o "cocos"**

La resistencia requerida del hormigón del contrapiso se verificará en el plano estructural. Mientras se va fundiendo, se debe verificar los niveles que permitan realizar la capa final de acabado. Generalmente, el espesor del contrapiso varía de 5 a 7.5 centímetros. La fundición del contrapiso se lo realizará con la ayuda de codales, que permitan uniformizar y nivelar la superficie. La malla electro-soldada se la colocará en la mitad de esta losa. Como todo elemento de hormigón armado, se lo debe curar mínimo durante los próximos 7-15 días para que llegue a cumplir con la resistencia requerida.

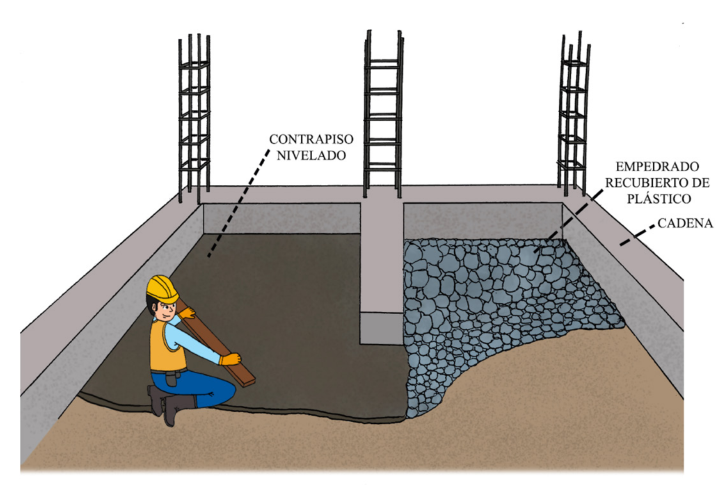


Figura 52: **Fundición de contra-piso**

4.4.4 Acabado (Masillado y Acabado final)

La primera parte del acabado, tiene como finalidad dejar la superficie lisa y totalmente nivelada, para esto, se tiene que masillar el contrapiso fundido con anterioridad. Lo más recomendable es masillar, inmediatamente después que el hormigón del contrapiso haya fraguado. El masillado consiste en una mezcla de arena fina y cemento la cual se la colocará con la ayuda de codales, manteniendo los niveles antes previstos. Por lo general, el masillado tiene un espesor de 1 a 2 centímetros. La segunda parte del acabado, es el piso final, el cual dependerá de las exigencias y la economía del dueño de la vivienda.

Muchas veces, si se tiene planificado, no es necesario masillar el contrapiso, especialmente si se va a utilizar cerámica o algún otro material que recubra el contrapiso fundido. Solamente se deberá tener en cuenta que el contrapiso deberá quedar completamente nivelado, teniendo en cuenta las caídas para el agua a las diferentes rejillas previstas para desagües, donde sean necesarias.

4.5 Muros y paredes

La posición exacta de muros y paredes que dividen los ambientes de la vivienda se establecen en los planos arquitectónicos, los cuales se representan con dos líneas paralelas entre sí, cuya separación representa el ancho final de las paredes. De igual manera, las ventanas que se construirán en esas paredes son representadas por dos líneas paralelas en el medio de las líneas de pared.

Como se mencionó en la sección de “Elementos estructurales de una vivienda”, los muros transmiten las cargas de la losa y de las vigas a los pisos inferiores de construcción (si es de más de un piso) y a la cimentación de la estructura. Para que trabajen como muros, éstos deberán estar colocados en las dos direcciones de la casa y deberán tener continuidad en toda la altura de vivienda, a fin de presentar un mejor comportamiento frente a un sismo. Si no cumplen esta condición, son simplemente paredes divisorias que no tienen funcionalidad estructural.

Por lo general los muros y paredes se construyen de mampostería. “Mampostería” se denomina a las unidades de bloque de hormigón con la que se construyen estos muros y/o paredes; estos bloques tienen perforaciones verticales, las cuales coincidirán verticalmente en el muro. Las medidas de los bloques que se puede encontrar con facilidad y con los que comúnmente se construyen los muros de las viviendas son:

Bloque de 20x20x40: utilizado en su mayoría para paredes exteriores y también en interiores.

Bloque de 15x20x40: utilizado para paredes interiores.

Bloque de 10x20x40: utilizado algunas paredes interiores y para sostener mesones de cocina, lavabos, etc.

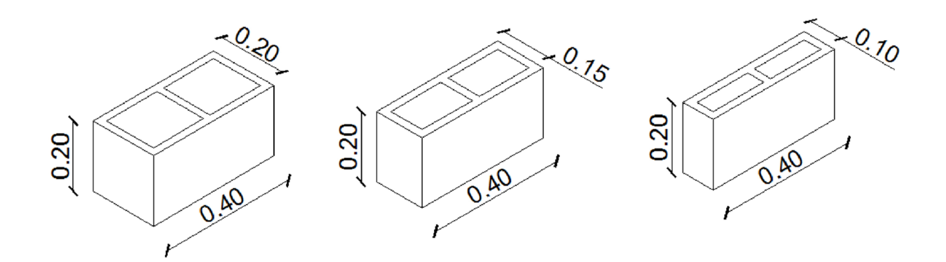


Figura 53: **Medidas comunes de bloques de hormigón**

Generalmente los muros que se construyen se dividen en los siguientes grupos, dado la función que desempeñan:

4.5.1 Muros o paredes no estructurales:

Las paredes no estructurales, llamadas comúnmente paredes, se construyen sin refuerzo alguno y su función principal es dividir los ambientes de la vivienda. Estas paredes generalmente se construyen luego de haber construido las columnas y vigas de la vivienda, e incluso las losas.

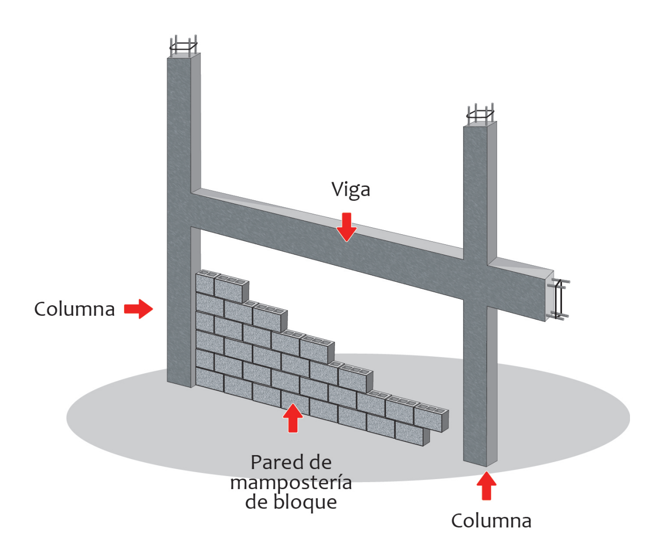


Figura 54: **Muro no estructural: paredes de mampostería se construyen luego de columnas y vigas**

4.5.2 Muros estructurales:

Mampostería armada: La Norma Ecuatoriana de la construcción define a la mampostería armada como un sistema estructural conformado por unidades de mampostería (bloques de hormigón) de perforación vertical, unidas por medio de mortero y reforzado internamente con varillas de acero horizontales y verticales, distribuidas a lo largo y alto del muro. Las celdas que contienen las varillas verticales se rellenan con hormigón. De esta manera se genera un muro de mampostería armada o reforzada con varillas de acero que puede recibir cargas y transmitir cargas estructuralmente.

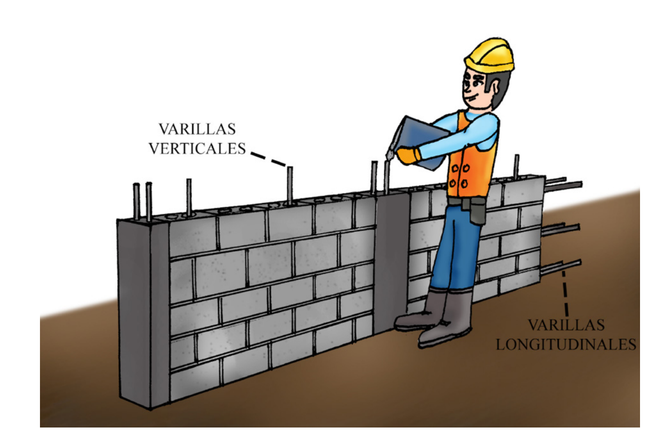


Figura 55: **Pared estructural de mampostería reforzada**

Muros estructurales de hormigón: Son muros hechos completamente de hormigón y tienen varillas de acero verticales y horizontales, tal como si fueran columnas alargadas. Este sistema de muros estructurales soportan cargas y eventualmente podrían reemplazar incluso a las columnas.

Muros de mampostería confinada: Este sistema constructivo es el más utilizado en el Ecuador para viviendas de hasta dos pisos. Consiste en un muro de mampostería (unidades de bloque unidos con mortero), confinado en su perímetro por columnas y viga (llamada viga corona), construidos alrededor del muro.

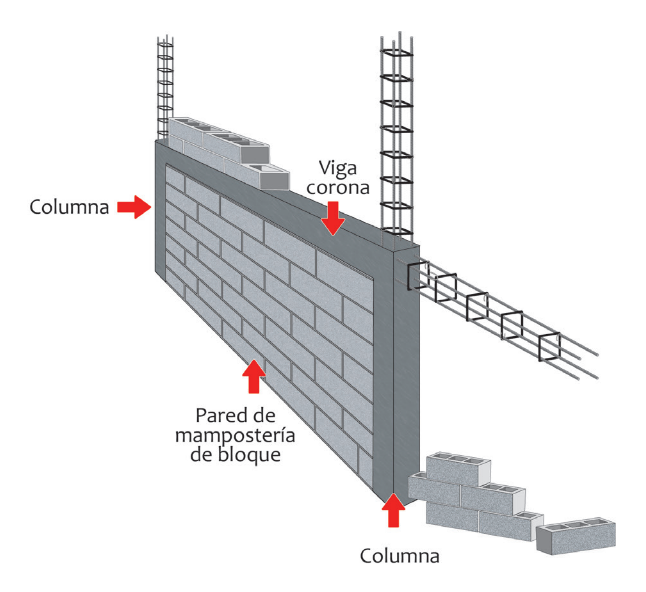


Figura 56: **Pared estructural de mampostería confinada**

La Norma Ecuatoriana de la Construcción permite dos maneras de construir un sistema de mampostería confinada:

1. Se construye el muro de mampostería y luego se funden las columnas y vigas que lo confinarán. Esta es la manera más adecuada de lograr un muro de mampostería confinada.

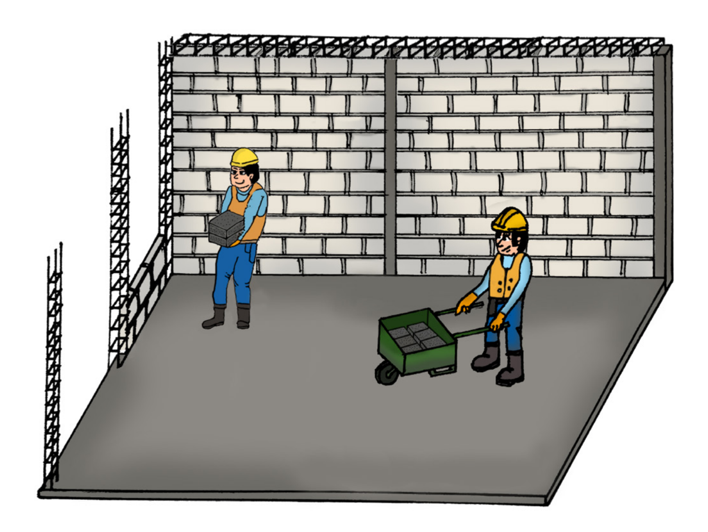


Figura 57: **Muro estructural de mampostería confinada, tipo 1 (se construyen los muros y luego las columnas y vigas que lo confinan)**

2. Primero se funde las columnas de confinamiento y se dejan chicotes (que son pedazos de varillas de diámetro mínimo de 8 milímetros) que se colocan horizontalmente cada tres hiladas de bloques y/o cada 60 centímetros, con un gancho de empotramiento al hormigón de la columna de 15 centímetros y al menos 50 centímetros hacia la pared.

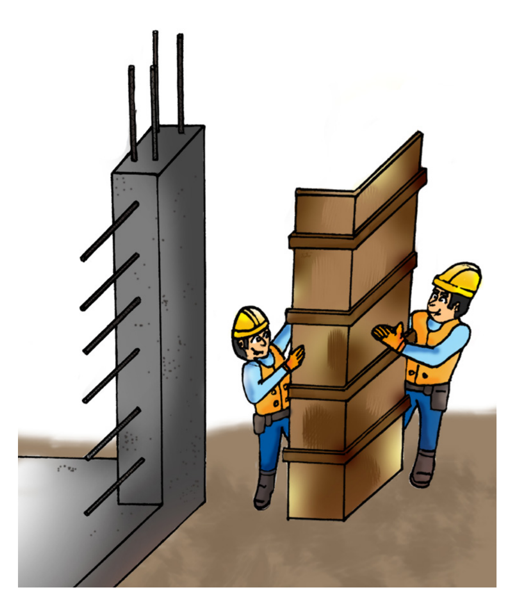


Figura 58: **Muro estructural de mampostería confinada, tipo 2 (se construyen las columnas, se dejan chicotes o varillas horizontales y luego se construyen los muros anclados a las columnas mediante los chicotes).**

El sistema constructivo más efectivo de los dos expuestos, es el número 1, el cual garantiza la conexión satisfactoriamente entre muro de mampostería con bloques de hormigón y columnas de confinamiento. Es por esto que a continuación se detallará un proceso constructivo de este sistema y algunas recomendaciones que serán útiles.

4.5.3. Proceso constructivo de muros de mampostería confinada con elementos de hormigón armado

4.5.3.1 Preparación de los materiales

Antes comenzar a construir los muros, es necesario humedecer los bloques, ya que si estos están secos, absorberán el agua del mortero y este perderá trabajabilidad y resistencia.

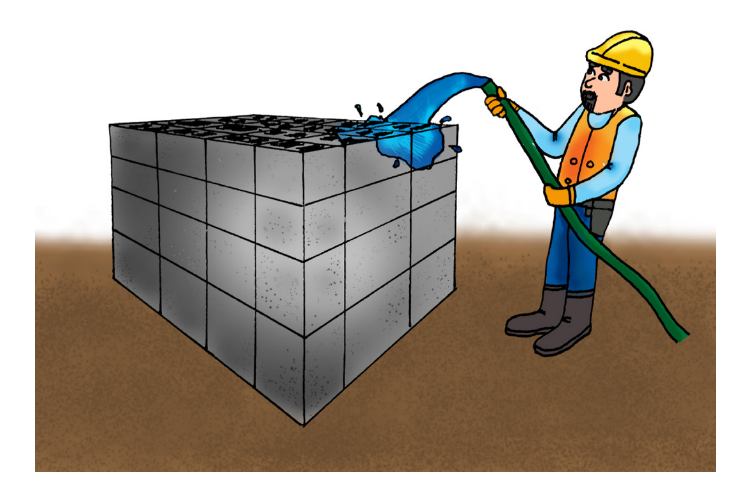


Figura 59: **Humedecimiento de bloques**

Seguidamente se prepara el mortero, el cual es una mezcla de arena fina con cemento y agua. Se recomienda realizar la mezcla con una parte de cemento y 3 de arena fina, agregando agua hasta que el mortero esté trabajable.



Figura 60: **Preparación del mortero**

4.5.3.2 Construcción del muro

Inicialmente, se replantea la cadena del cimiento donde irá la primera fila de bloques. Se revisa que esta superficie este completamente nivelada, limpia y sin fallas que dificulten la construcción del muro. Por medio de un timbrador, se señala por donde irá el muro a construir. Se sigue el mismo procedimiento si el muro que se construye es en la segunda planta y parte desde una viga o losa.



Figura 61: **Replanteo de posición de muros sobre cadenas de cimentación y/o sobre losa para construcción de muros**

Seguidamente se coloca la primera hilada de bloques, sin mortero en la posición que ocuparán. Este ejercicio servirá para saber exactamente la posición de cada bloque y que no existan errores y los muros se construyan como lo especifica el plano arquitectónico.

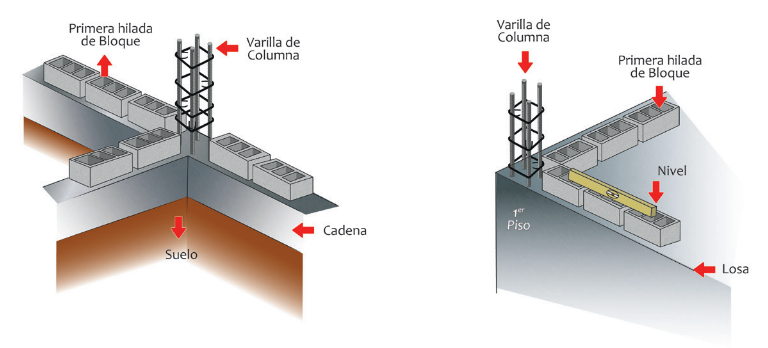


Figura 62: **Colocación de primera fila de bloques sobre cadena o sobre losa**

Luego, se quita la fila colocada sin mortero y se procede a asentar los bloques maestros, los cuales van en los dos extremos del muro que se va a construir. Para esto se humedece la base donde se asentarán (sea la cadena o losa) y se coloca el mortero de pega. Estos bloques maestros deben estar completamente nivelados y aplomados. Luego de ubicarlos, se los amarra con una piola en sus extremos para garantizar que los demás bloques de la fila mantengan la misma alineación y estén nivelados y aplomados.

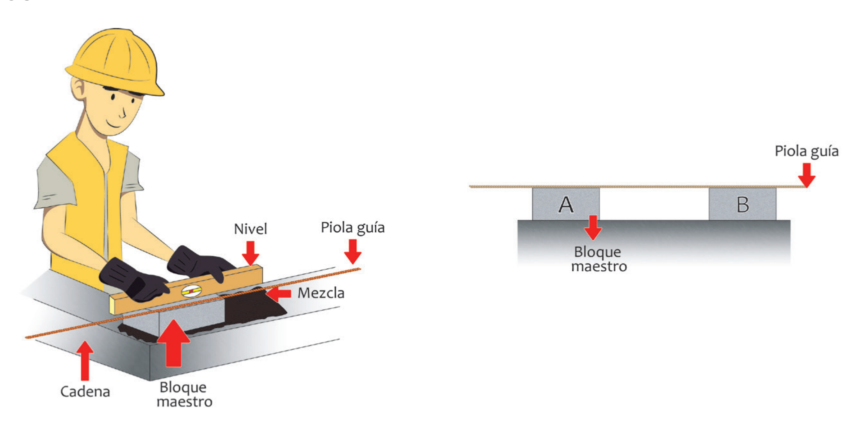


Figura 63: **Colocación de bloques maestros y piola guía**

Una vez colocados los bloques maestros, se procede a colocar los demás bloques de la fila. Para esto se coloca el mortero horizontalmente con la ayuda de un bailejo. La manera de colocar la segunda y las restantes filas es trabada, es decir, un bloque se asienta sobre la mitad de cada uno de 2 bloques de la hilada inferior, para mejorar su comportamiento global de pared (ver figura 66).

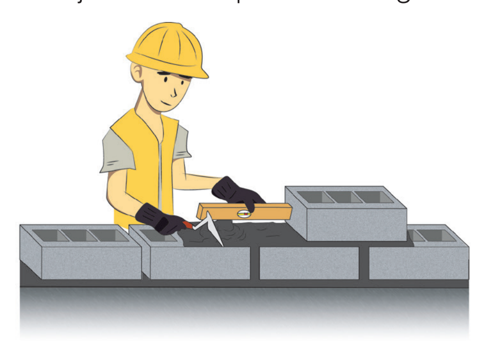


Figura 64: **Distribución horizontal del mortero**

Cada bloque se asienta con movimientos laterales y con golpes hacia abajo, hasta que coincida con la piola que sirve de guía. Es importante revisar niveles del muro constantemente mientras se lo construye.

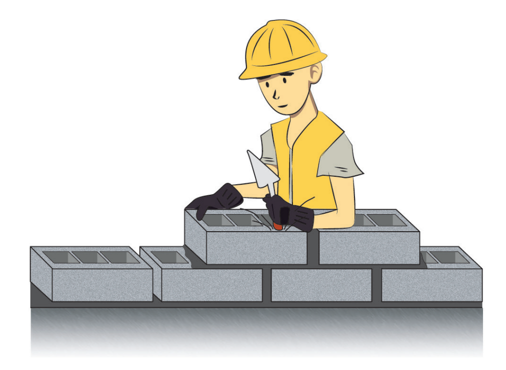


Figura 65: **Colocación de bloques trabados**

Una vez que se termine de asentar los bloques de una fila del muro, se procede a colocar el mortero en las juntas verticales con la ayuda del bailejo. El sobrante de la mezcla se lo retira y se lo puede volver a usar. Finalizado esto, la fila está completamente terminada y se comienza la siguiente ubicando los bloques maestros y realizando el mismo proceso.

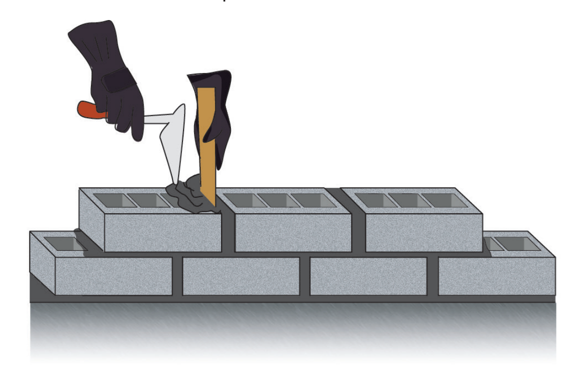


Figura 66: **Colocación del mortero en juntas verticales**

El espesor de las juntas verticales y horizontales está entre 1 y 1.5 centímetros (más o menos el espesor de un dedo de la mano). El acabado de dichas juntas puede ser cualquiera de los recomendados en la figura 67.

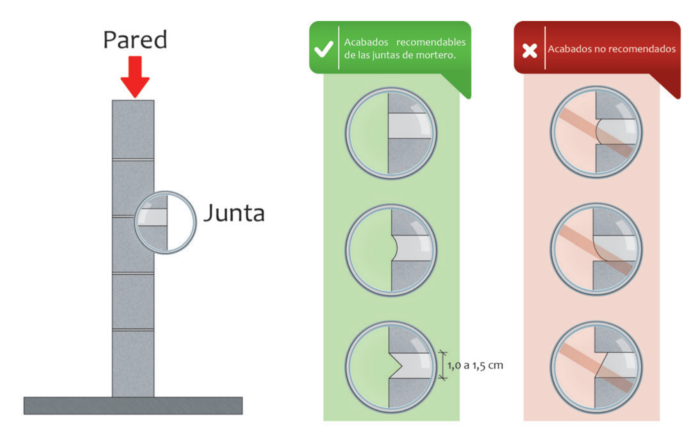


Figura 67: **Acabado y espesor de las juntas**

Los extremos de los muros que terminan contra una columna deben quedar "endentados" en 5 centímetros como máximo como muestra la figura 68:

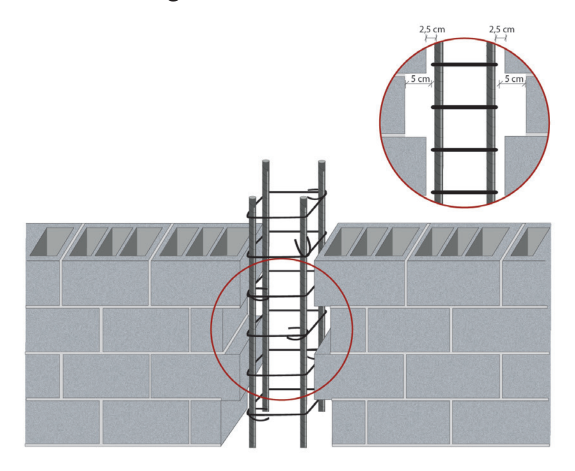


Figura 68: **Acabado "endentado" de muro contra columna**

En caso de que el muro no termine en forma dentada contra una columna, se deberá colocar chicotes de al menos 8 milímetros de diámetro, que penetren la pared al menos 50 centímetros y con un gancho de empotramiento en la columna de al menos 15 centímetros, como lo específica la Norma Ecuatoriana de la Construcción (figura 69).

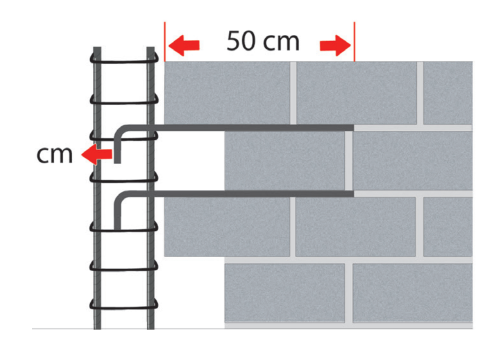


Figura 69: **Colocación de chicotes**

Como se mencionó antes, es necesario controlar la verticalidad del muro en cada fila terminada por medio de la plomada.

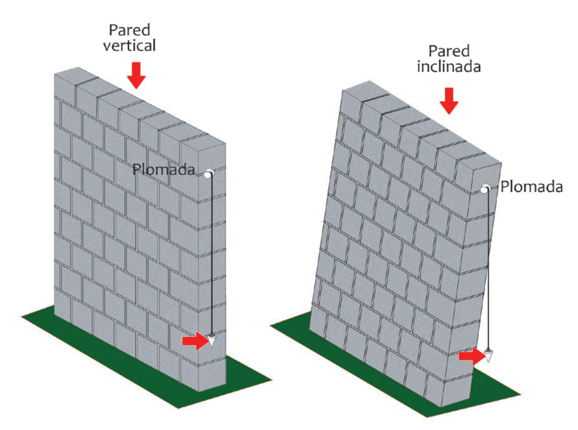


Figura 70: **Control de verticalidad de muro**

Para la colocación de conexiones eléctricas o de agua, es importante no picar los muros puesto que lo debilitarán. En su lugar se recomienda realizar columnetas, rellenandolas de hormigón como se puede ver en la figura 71:

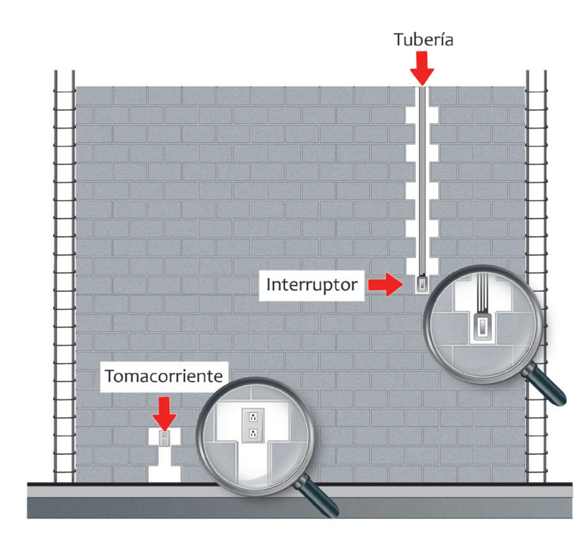


Figura 71: **Conexiones eléctricas en el muro en columnetas**

4.5.4 Dinteles

Cuando los orificios de puertas y ventanas no están ubicados directamente debajo de las vigas de confinamiento (como es recomendable), se deben utilizar dinteles, siendo sus apoyos a los lados de las aberturas de un mínimo de 20 centímetros como muestra la figura 72.

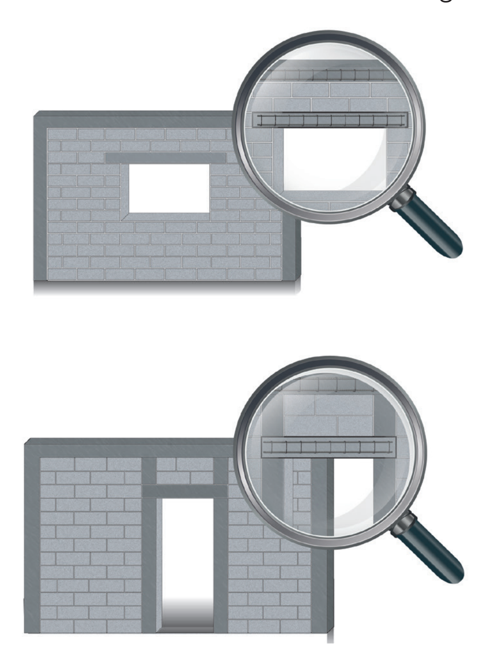


Figura 72: **Dinteles alrededor de puertas y ventanas**

4.6 Columnas

Las columnas son los elementos estructurales encargadas de transmitir las cargas de la vivienda a la cimentación. Además son los elementos de confinamiento laterales de los muros. La Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC indica la posición donde se debe colocar una columna de confinamiento, como se puede observar en la figura 73:

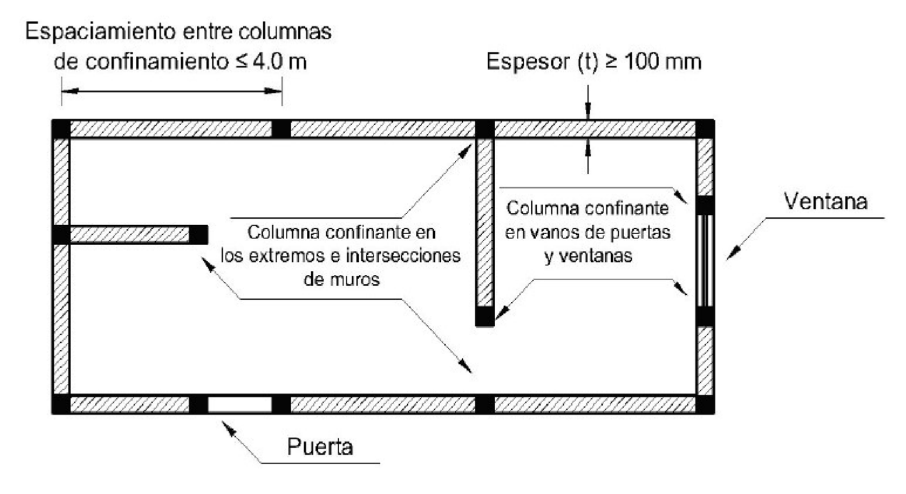


Figura 73: **Ubicación de columnas confinantes**

Como se puede ver, los elementos confinantes serán por lo menos del espesor del muro, existirá una columna confinante en los orificios de puertas y ventanas y en los extremos e intersecciones de muros. La distancia máxima de una columna confinante con otra es de 4 metros y el espesor de los muros es de mínimo 10 centímetros, de acuerdo con la NEC.

4.6.1 Armadura de columnas

Como se explicó en la sección cimentaciones, antes de fundir la zapata se deberá armar el pie de columna, el cual estará amarrado a la parrilla de la zapata, y se dejarán las varillas longitudinales de la columna en toda su altura, donde se procederá a colocar los estribos. Toda la armadura y detalles de columnas como son su tamaño, diámetros de varillas longitudinales, diámetro de estribos, espaciamiento de estribos, doblado de extremos de estribos, ubicación de varillas, etc. se encontrará en los planos estructurales.

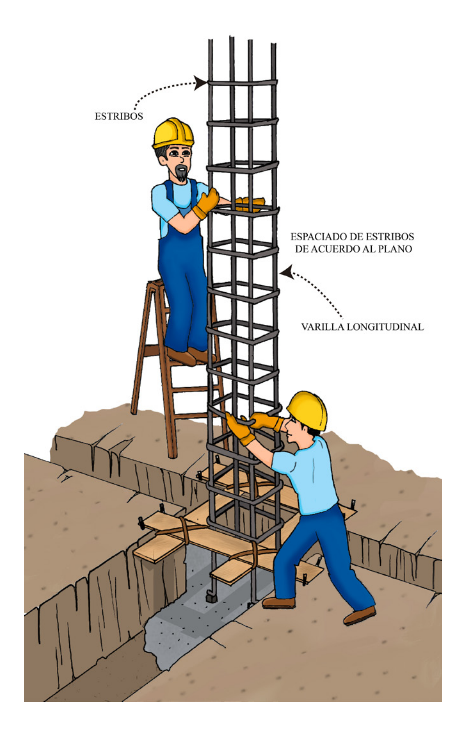


Figura 74: **Armado de varillas de acero de columnas**

La Norma Ecuatoriana de la Construcción recomienda algunos tamaños y armados en columnas que pueden ser útiles. Por ejemplo, si la vivienda tiene 1 piso, con dimensiones entre columnas (luces) de hasta 4 metros de longitud y una altura total máxima de entrepiso de 2.5 metros, las columnas podrán tener una sección 20 x 20 centímetros, con estribos de diámetro 8 milímetros, espaciados cada 10 centímetros. Pero si la vivienda tiene las mismas características, pero es de 2 pisos, las columnas del primer piso podrán tener una sección 25 x 25 centímetros, mientras que las del segundo piso podrán tener una sección de 20 x 20 centímetros. En ambos pisos se utilizarán estribos de 8 milímetros de diámetro, espaciados cada 10 centímetros.

Los estribos deben terminar en ganchos con patas de 10cm medidas después del doblado y deben quedar inclinadas hacia adentro del estribo. Dichas patas se colocan de manera alternada en la al-

tura de la columna, como se muestra en la figura 75. La misma figura 75 muestra los inconvenientes de no hacer ganchos o hacer ganchos mal doblados.

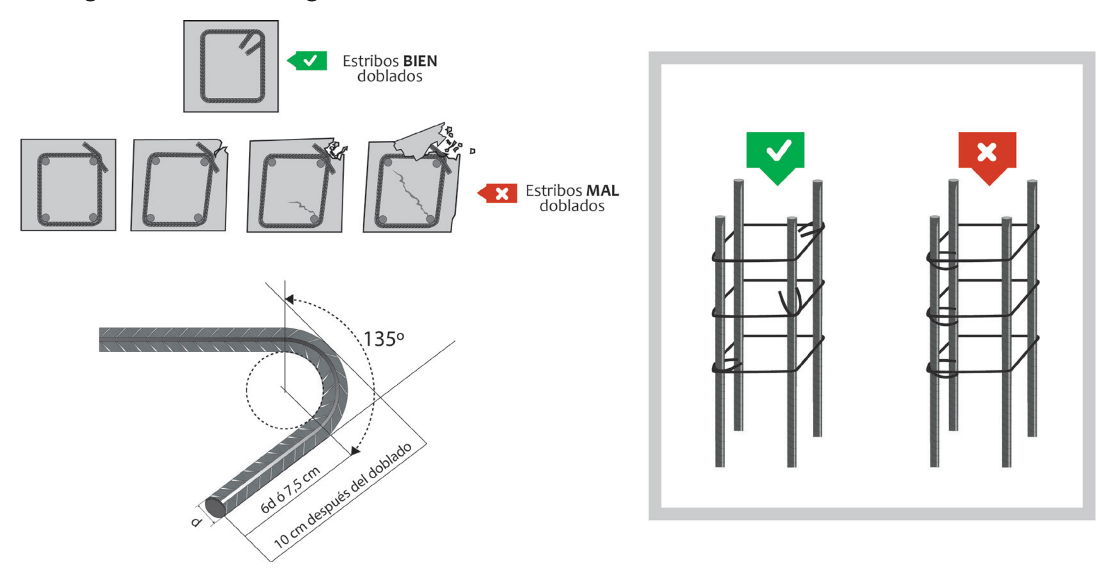


Figura 75: **Doblez de gancho para estribo de 8 milímetros y colocación alternada de estribos**

Para viviendas que tengan más de dos pisos y luces mayores a 5 metros de longitud, la Norma Ecuatoriana de la Construcción especifica lo siguiente:

- La sección transversal más pequeña de una columna será de 30 centímetros.
- El diámetro mínimo de estribos es de 10 milímetros.
- Respecto al espaciamiento de estribos y zona de traslape de acero longitudinal: se deben seguir los requisitos mostrados en la figura 76.

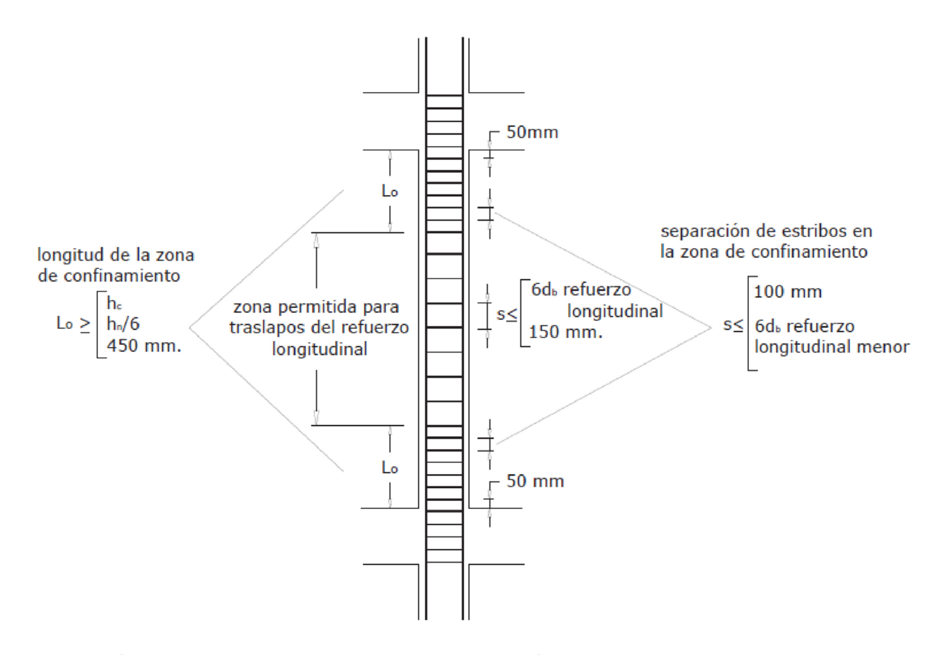


Figura 76: **Separación de estribos en viviendas de más de 2 pisos o con luces mayores a 5m**

Los planos estructurales, debidamente aprobados, cumplirán con todas las especificaciones que presenta la Norma Ecuatoriana de la Construcción y sus diferentes capítulos, dependiendo de la estructura a construirse.

4.6.2 Encofrado de columnas:

Antes de armar el encofrado de columnas es importante replantear los ejes de éstas para constatar su ubicación y tamaño.

Las columnas se podrán encofrar con tableros metálicos o de madera. A continuación se detalla como armar un encofrado de madera.

Los tableros de madera estarán unidos por abrazaderas cada 50 centímetros como máximo. Para armar estos tableros se utilizarán listones 5 x 10, 7.5 x 7.5 o de 7.5 x 10 centímetros; el largo depende de la columna. Para sujetar los tableros se puede usar alambre de amarre.

Estos tableros de encofrado deben estar asegurados hacia el piso por medio de puntales que pueden ser de 7.5 x 7.5 centímetros, apoyados con soportes de tabla, estacas u otro material, fijados al piso u otro elemento resistente. Terminado el encofrado se debe verificar que esté completamente vertical por medio de una plomada. Si la columna es esquinera se la debe replantear con escuadra.



Figura 77: **Encofrado de columnas**

4.6.3 Fundición de columnas:

Se recomienda fabricar el hormigón de las columnas utilizando una concretera. La resistencia requerida del hormigón se podrá encontrar en los planos estructurales.

Si la fundición se realiza con una concretera se debe procurar que el transporte del hormigón hacia la columna sea lo más rápido posible para evitar que la mezcla se separe, ya que las piedras tienden ir hacia el fondo. Mientras se funde una columna es importante ir compactando el hormigón por capas,

por medio de un vibrador, evitando así la formación de posibles vacíos que debilitarán la columna. La mayor parte de estos vacíos se producen en los pies de las columnas.

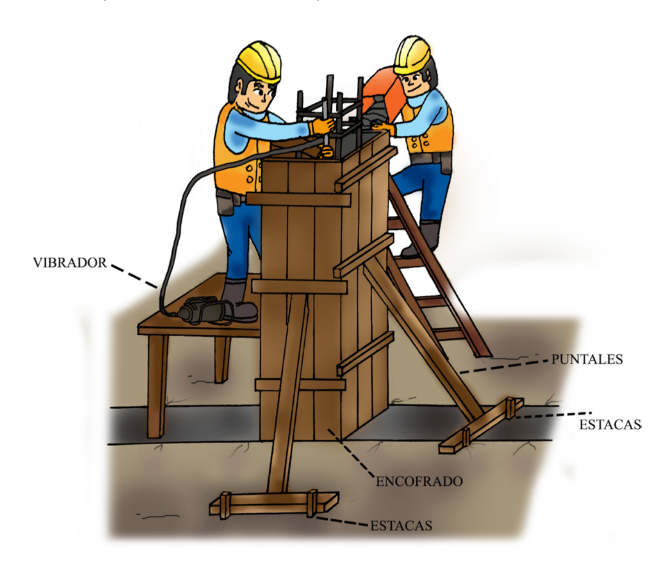


Figura 78: **Fundición de columnas**

4.6.4 Desencofrado de columnas y curado

Se podrá desencofrar la columna 24 horas después de que se haya terminado de fundir. Se deberá verificar que no existan huecos o vacíos. Si los hay, se deben reparar inmediatamente con un mortero de reparación especial, según lo aconseje el profesional encargado de la obra. El encofrado retirado se podrá usar en las columnas de los pisos superiores si están en buenas condiciones.

El proceso de curado de la columna durará por lo menos 7-15 días, rociándola con agua al menos dos o tres veces al día.

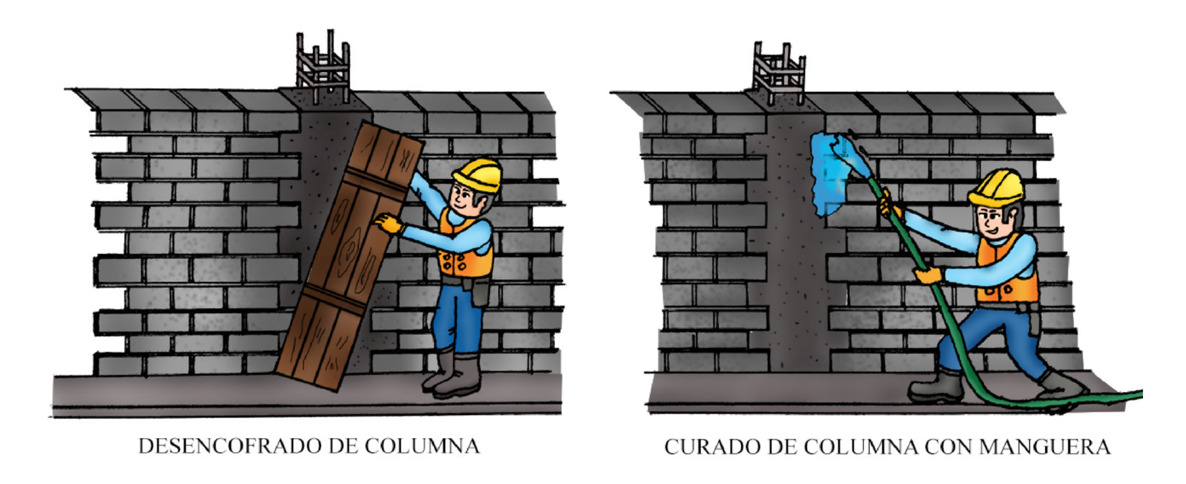


Figura 79: **Desencofrado y curado de columnas**

4.7 Vigas y losa

Las vigas son las que terminan de confinar un muro y son las encargadas de transmitir las cargas que soporta la losa hacia las columnas y muros. Existen 3 tipos de vigas:

- Vigas de confinamiento de muros: que se asientan sobre los muros y por lo general su ancho es el mismo del muro.
- Vigas banda: que tiene la misma altura de la losa, y no se las recomienda cuando las luces son mayores a 4 metros.
- Vigas peraltadas, en las cuales su altura es mayor a la de la losa, y trabajan de mejor manera con luces mayores a 4 metros

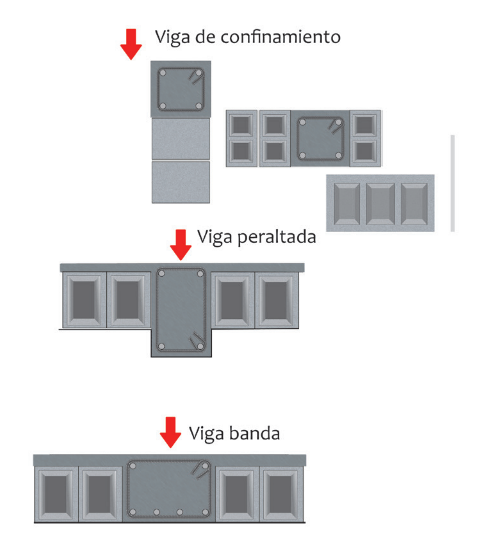


Figura 80: **Tipos de vigas**

De igual manera existen algunos tipos de losas, pero las más conocidas son: losas macizas, que son losas de hormigón armado, y losas aligeradas, en las cuales se coloca bloque alivianado para reducir el peso, formando un sistema de viguetas de hormigón armado.

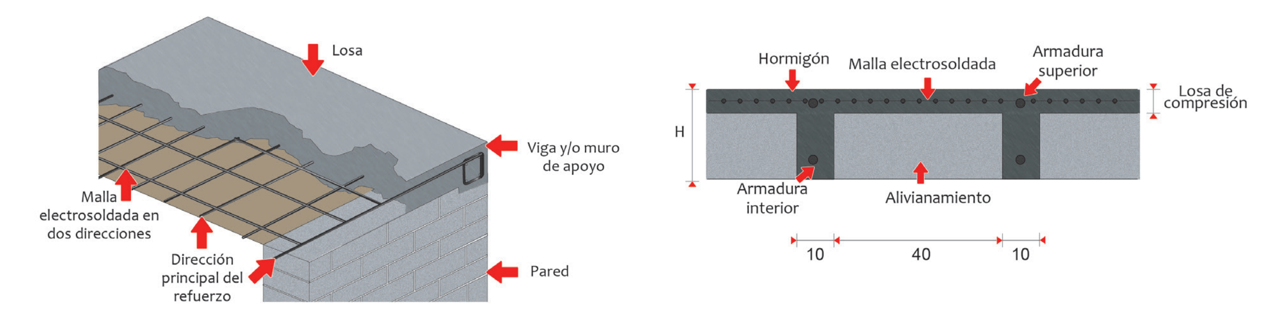


Figura 81: **Losa maciza y aligerada**

A continuación se brindan algunas recomendaciones usando un sistema de vigas de confinamiento y vigas banda con una losa alivianada, el cual es el más usado para la construcción de viviendas de dos pisos o menores.

4.7.1 Encofrado de vigas

Antes de colocar la armadura de una viga, es necesario encofrarla. El encofrado consta de la base, los laterales y los puntales con los cuales se sostendrá el encofrado.

La base del encofrado está formado por tablas del ancho de la viga y espesor de 2.5 centímetros. Para elaborar los costados se puede emplear tablas de 2.5 cm de espesor de la altura adecuada de la viga, sostenidos con alfajías de 5 x 7.5 centímetros.

Para armar el encofrado se colocan los puntales o gatas que los sostendrán. Estas gatas se regulan a la altura que se necesite. Se debe tener en cuenta que deben estar asentadas sobre una superficie nivelada y compactada. La distancia entre las gatas deberá ser máximo de 90 centímetros.

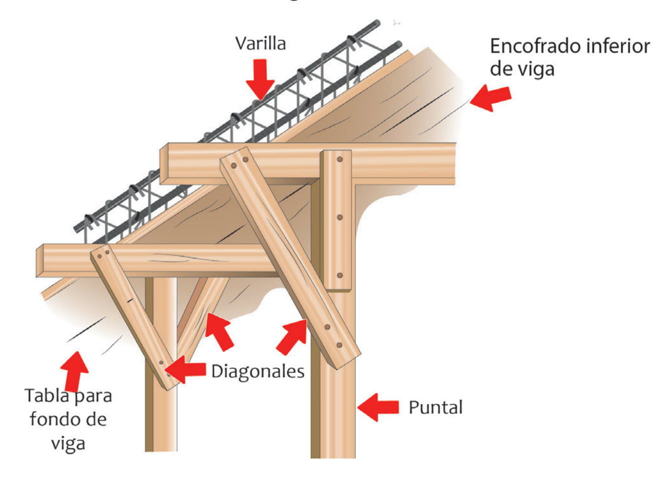


Figura 82: **Encofrado de una viga**

El encofrado lateral de la viga se lo coloca una vez se haya colocado la armadura de ésta. Este encofrado servirá para dar la forma de la sección de la viga. Es recomendable colocar espaciadores y sujetar este encofrado con alambre, para garantizar el ancho al momento de fundir. Este encofrado lateral debe estar bien asegurado y completamente vertical, verificado por medio de una plomada.

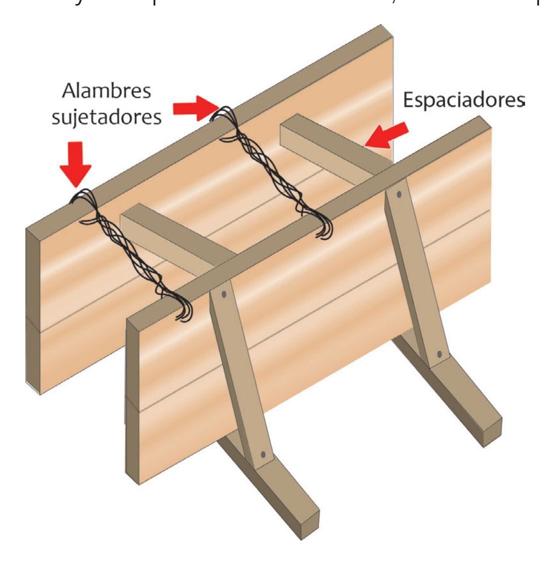


Figura 83: **Encofrado lateral de una viga**

4.7.2 Encofrado de losa aligerada

El armado del encofrado de una losa consta de: gatas o puntales, viguetas, tablones de base, que pueden ser de madera o metálicos y tablas laterales, las cuales estarán en los extremos de la losa.

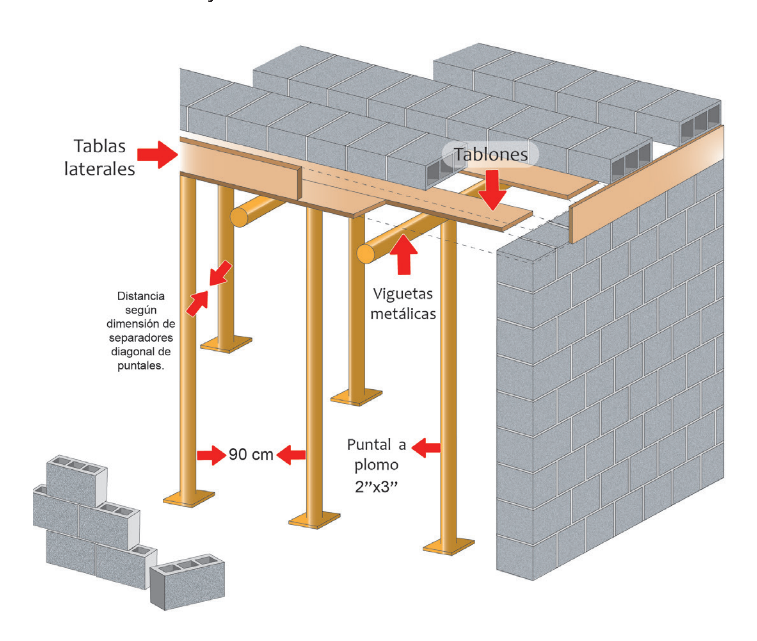


Figura 84: **Encofrado de losa aligerada**

Se procede a colocar las gatas o puntales en toda el área donde de fundirá la losa, espaciados entre 80 y 90 centímetros como muestra la figura 84. Los puntales deben estar sobre suelo compactado y bien nivelado, si es que la losa es la del primer piso, como en la figura 85.

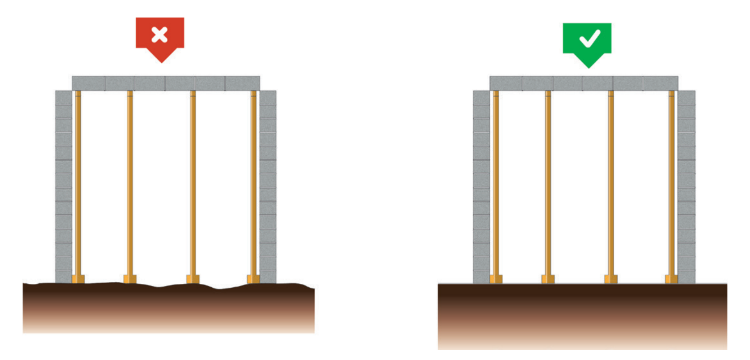


Figura 85: **Gatas o puntales sobre suelo compactado y nivelado**

Seguidamente, se colocan sobre las gatas las vigas metálicas, las cuales soportarán a los tableros de madera o metálicos, que servirán para la colocación de los bloques alivianados, la armadura de la losa y el hormigón. Por último se coloca las tablas laterales, las cuales tendrán un ancho del mismo espesor de la losa o superior, evitando que se derrame el hormigón.

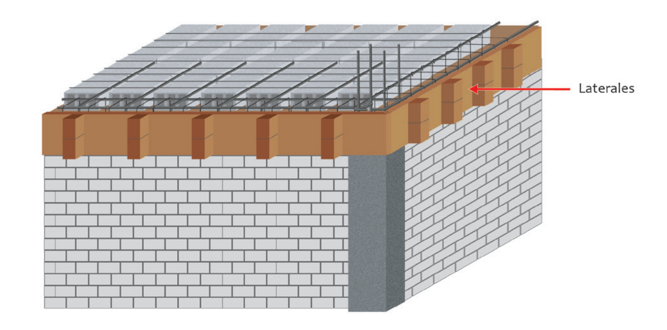


Figura 86: **Encofrado de losa: tablas laterales**

Todo el encofrado debe estar muy bien asegurado para evitar que ceda durante el proceso de fundición de la losa.

4.7.3 Armado de vigas

Como se mencionó antes, el armado de las vigas se lo realiza una vez esté colocada la base del encofrado. Las dimensiones, tipo y ubicación de la armadura se encontrarán con detalle en los planos estructurales.

La Norma Ecuatoriana de la Construcción recomienda algunos tamaños y armados en vigas que pueden ser útiles: si la vivienda tiene 1 piso, con luces de hasta 4 metros de longitud y una altura máxima de entrepiso de 2.5 metros, las vigas podrán tener una sección 15 x 20 centímetros (viga banda), con estribos de diámetro de 8 milímetros, espaciados cada 5 centímetros en los extremos y cada 10 centímetros en el centro. Si la vivienda cumple esas condiciones, pero tiene 2 pisos, las vigas podrán tener una sección 20 x 20 centímetros, con estribos de diámetro de 8 milímetros, espaciados cada 5 centímetros en los extremos y cada 10 centímetros en el centro. Para estructuras que tengan más de dos pisos y/o luces mayores a 5 metros de longitud, la Norma especifica lo descrito en la figura 87.

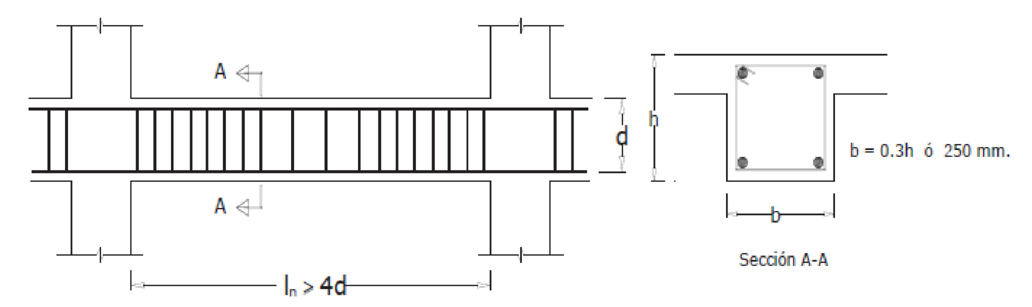


Figura 87: **Características de la sección de las vigas**

- El ancho mínimo de la viga será de 25 centímetros, o un tercio de la altura de la viga, el que sea mayor. La luz libre de la viga tiene que ser mayor de 4 veces la altura útil de la viga. El refuerzo longitudinal debe estar constituido por dos varillas continuas arriba y dos abajo, como mínimo (figura 87).

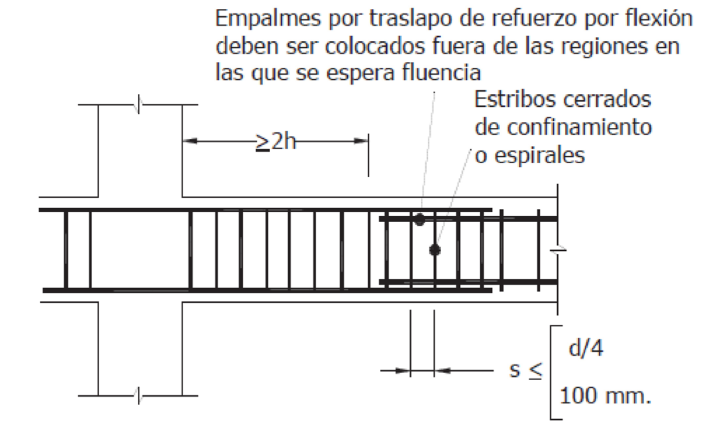


Figura 88: **Traslape de varillas de refuerzo longitudinal**

- Si existen traslapes, éstos no pueden hacerse ni dentro ni cerca a las columnas sino alejados al menos el doble de la altura de la viga, es decir, si se tiene una viga de 40 centímetros de altura, el traslape, de ser necesario, deberá empezar a 80 centímetros de la cara de la columna (2X40=80 centímetros) (figura 88).
- La longitud de traslape será 60 veces el diámetros de la varilla.

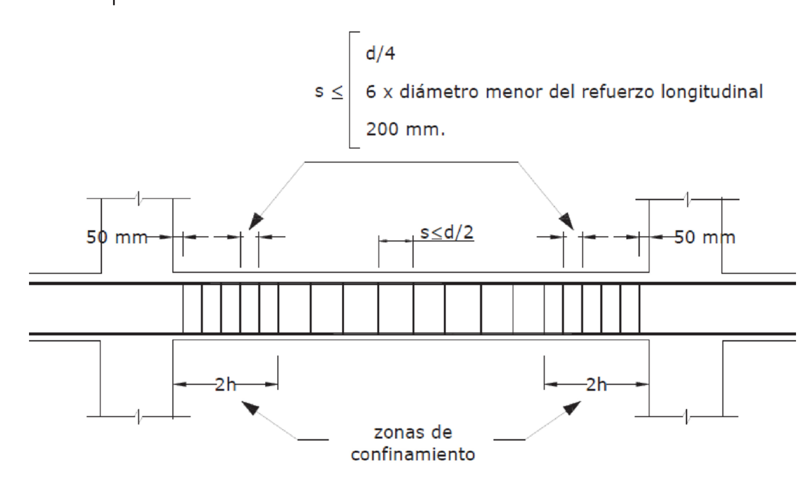


Figura 89: **Separación de estribos**

- El primer estribo se ubica a 5 centímetros de la columna.
- En los extremos (a 2 veces la altura de la viga), el espaciamiento no debe ser mayor a: la altura útil de la viga (medida desde la parte superior de la viga hasta el centro de la varilla de la parte inferior), dividida para 4, 6 veces el diámetro menor del refuerzo longitudinal o 20cm (figura 89).
- En el centro de la viga la separación debe ser menor o igual que la altura útil de la viga (medida desde la parte superior de la viga hasta el centro de la varilla de la parte inferior), dividida para 2 (figura 89).

El doblez del gancho de la varilla longitudinal de las vigas que se anclará a las columnas, dependerá del diámetro de ésta y del ángulo de doblado como puede observarse en la figura 90.

Tipo de gancho estándar	Diámetros de la barra	Diámetro interior mínimo de doblado, mm	Extensión recta , mm	Tipo de gancho estándar
Gancho de 90 grados	No. 10 a No. 16	4	Mayor de 6 y 75 mm	d_b Doblez de 90 grados Diámetro ℓ_{ext}
	No. 19 a No. 25	6	12	
Gancho de 135 grados	No. 10 a No. 16	4	Mayor de 6 y 75 mm	d_b Doblez de 135 grados Diámetro ℓ_{ext}
	No. 19 a No. 25	6		
Gancho de 180 grados	No. 10 a No. 16	4	Mayor de 4 y 65 mm	d_b Doblez de 180 grados Diámetro ℓ_{ext}
	No. 19 a No. 25	6		

Figura 90: **Doblado de ganchos estándar**

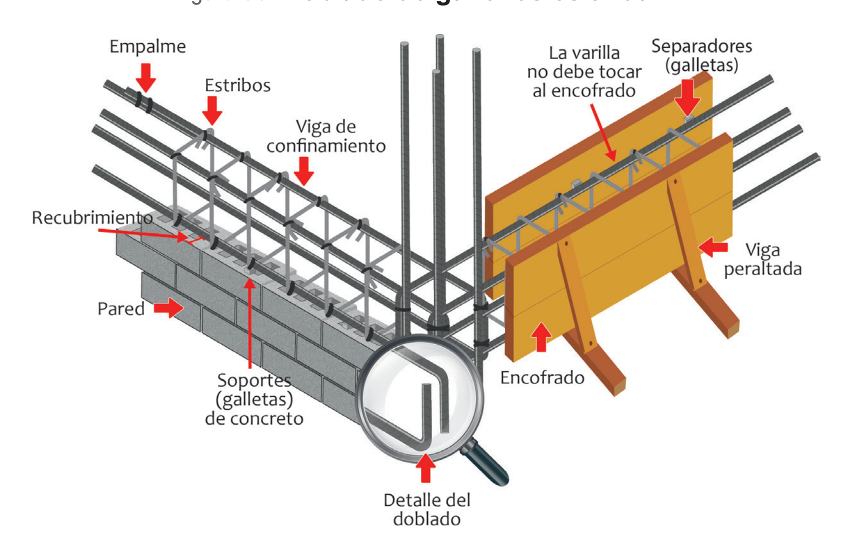


Figura 91: **Armado de vigas**

Una vez que se complete el armado de las vigas, se colocarán los encofrados laterales de las vigas donde sean necesarios (figura 91).

4.7.4 Preparación de la losa

4.7.4.1 Colocación de bloques

En los planos estructurales se encontrará un esquema de la colocación de los bloques de alivianamiento. Se ubicarán dos bloques, unidos y alineados, formando cuadrados de 40 x 40 centímetros, dejando espacios (por lo general de 10 cm) para la conformación de viguetas (llamados nervios) en las dos direcciones de la losa.

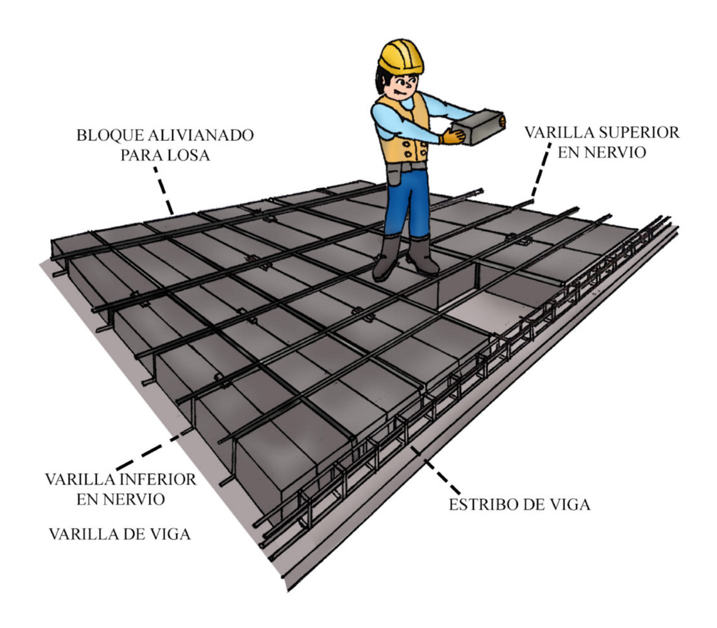


Figura 92: **Colocación de bloques alivianados en la losa**

4.7.4.2 Instalaciones

Antes de fundir la losa, se deberá tener en cuenta las instalaciones eléctricas y sanitarias que tendrá la vivienda. El detalle de estas se encontrará en sus respectivos planos. Estas tuberías se las deberá sujetar para evitar que se muevan al momento de fundir.

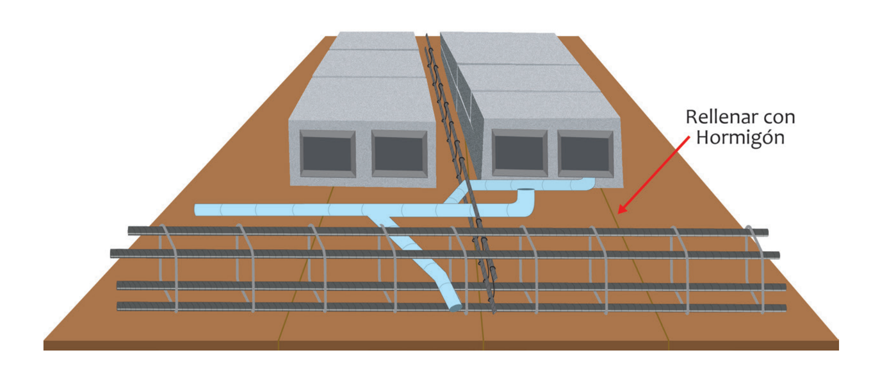


Figura 93: **Instalaciones eléctricas y sanitarias en la losa**

4.7.4.3 Armado de la losa

El armado de losa (en los sitios de viguetas o nervios formados en los espacios entre los alivianamientos) consta de una varilla superior y una inferior (figura 94). La ubicación, diámetro y corte de estas varillas se encontrará en detalle en el plano estructural.

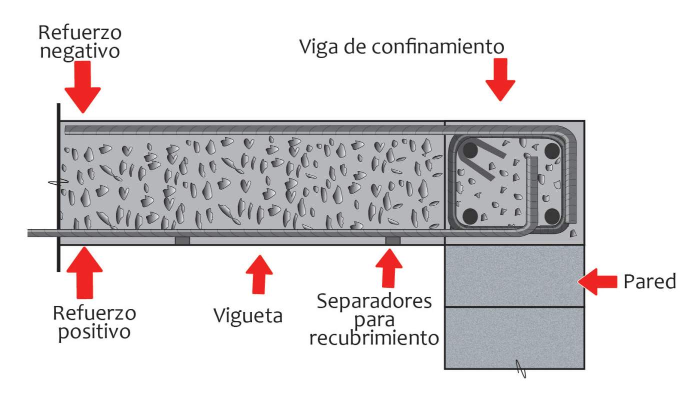


Figura 94: **Refuerzo positivo y negativo en viguetas o nervios de la losa.**

Además, en el espacio de losa sobre los bloques, se suele colocar una malla electro-soldada (de temperatura), la cual evitará que la losa se fisure, en especial si es la losa de terraza.

4.7.4.4 Fundición de la losa

Antes de comenzar a fundir la losa, se debe verificar que el encofrado y las gatas o puntales estén completamente firmes. De igual manera se debe verificar las instalaciones eléctricas y sanitarias que irán por la losa, así como la alineación de los alivianamientos, conformando los nervios o viguetas de manera recta. Se deben humedecer también los bloques de alivianamiento y el encofrado con el fin de que éstos no absorban agua de la mezcla.

Es importante que el hormigón se fabrique utilizando una concretera, o adquiriendo hormigón pre-mezclado. Durante la fundición, es recomendable primero llenar las vigas y viguetas y luego la losa superior, que por lo general tiene 5 centímetros de espesor. Es muy importante compactar el hormigón usando un vibrador mecánico para evitar vacíos, los cuales pueden causar problemas como filtraciones de agua.

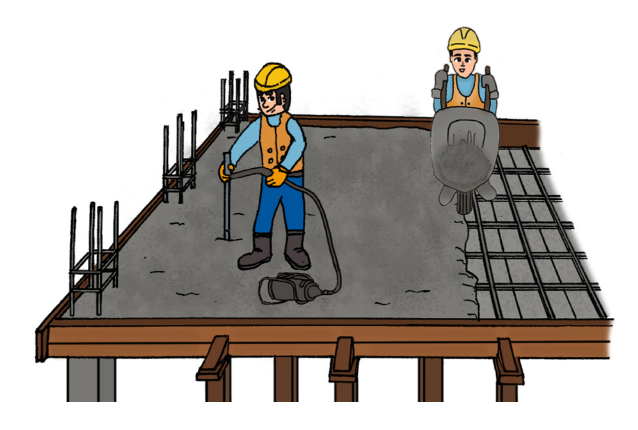


Figura 95: **Fundición y vibración de losa alivianada**

La losa deberá quedar lo más nivelada posible, dando caídas a los bajantes de agua lluvia, si es losa de techo. Para esto se utilizan codales de aluminio o de madera.

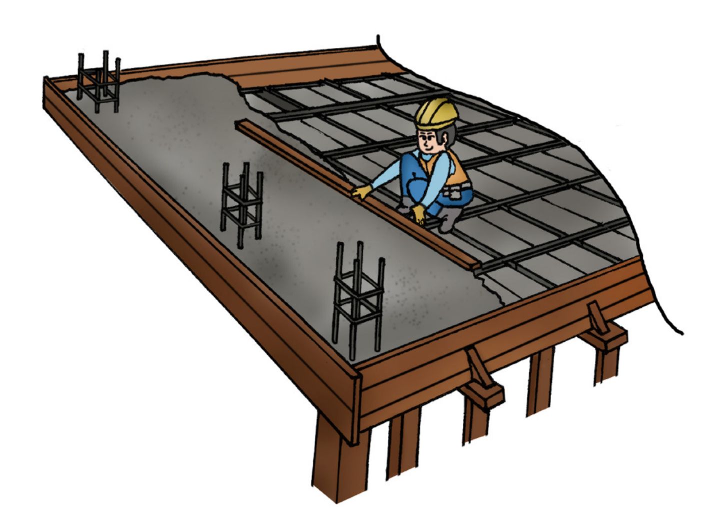


Figura 96: **Nivelación de la losa con codal**

Una vez que se ha terminado de fundir la losa, que esté completamente nivelada y haya fraguado, se comienza con el proceso de curado. Es muy importante este proceso, ya que este elemento por su condición, debe estar expuesto al ambiente y es muy posible que se fisure. Para evitar que el agua se riegue por los extremos de la losa se recomienda colocar arena en los filos, creando una pequeña barrera o "arroceras". El curado debe extenderse el mayor tiempo posible, al menos 15 días.

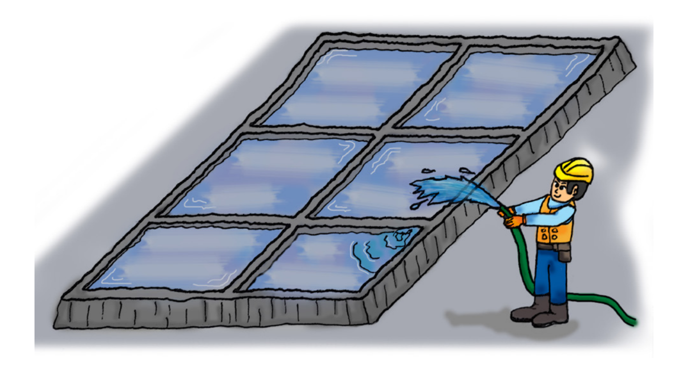


Figura 97: **Curado de losa con "arroceras".**

Las gatas o puntales que sostienen los tableros de madera, que son la base del encofrado de la losa, se recomienda dejarlos, por lo menos, 7 días después de la fundición. El encofrado lateral de vigas se lo puede retirar 24 horas después de la fundición.

Cuando se va a construir una losa maciza, el procedimiento es el mismo, con la diferencia de que no se colocan los alivianamientos.

Si la losa es de cubierta, sea de 1 agua, a 2 aguas, a cuatro aguas, rectas etc., el procedimiento también es el mismo, con la salvedad de que al ser inclinadas se debe tener mucho cuidado con la seguridad de las personas que trabajan sobre la cubierta.

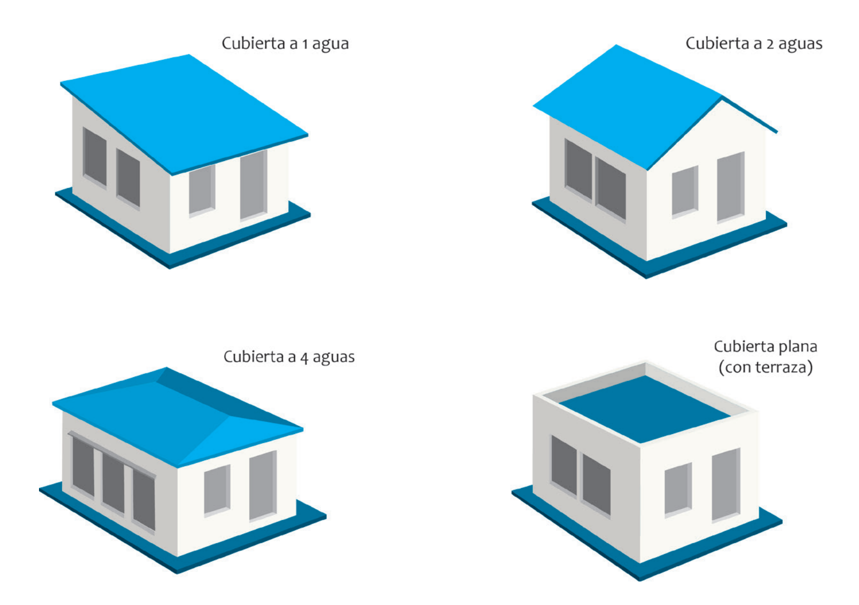


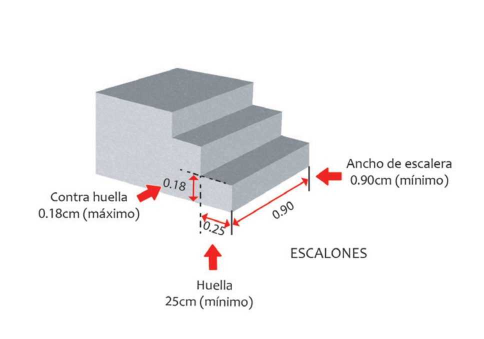
Figura 98: **Tipos de cubiertas.**

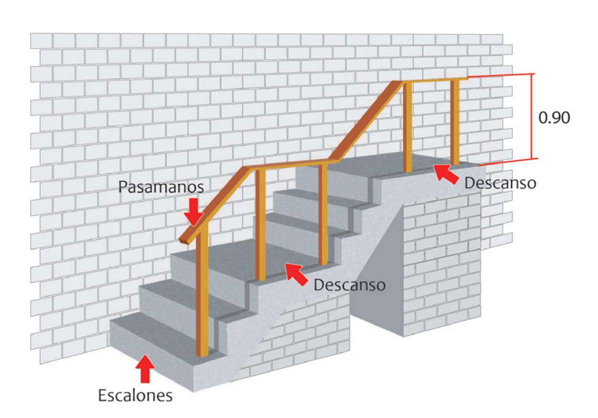
4.8 Escaleras

Las escaleras son necesarias para trasladarnos de manera segura de un nivel a otro, por ejemplo, cuando se tiene una vivienda de dos pisos, o cuando la losa de techo (recta) se la utiliza como terraza. Una escalera está constituida por tramos, descansos y barandas. Los tramos están formados por gradas y las gradas por huellas y contra huellas como muestra la figura 99.

Para una vivienda, las gradas deberán cumplir las siguientes condiciones que se detallan a continuación:

- Las escaleras contarán con un máximo de 8 huellas entre un nivel y otro. Si se necesita más, se deberá realizar un descanso y continuarán las gradas. El ancho mínimo de las gradas será de 90 centímetros, la huella tendrá un mínimo de 25 centímetros y la contra huella tendrá un máximo de 18 centímetros.
- El largo y ancho de los descansos tendrán 90 centímetros como mínimo.
- La altura mínima de pasamanos será de 90 centímetros.





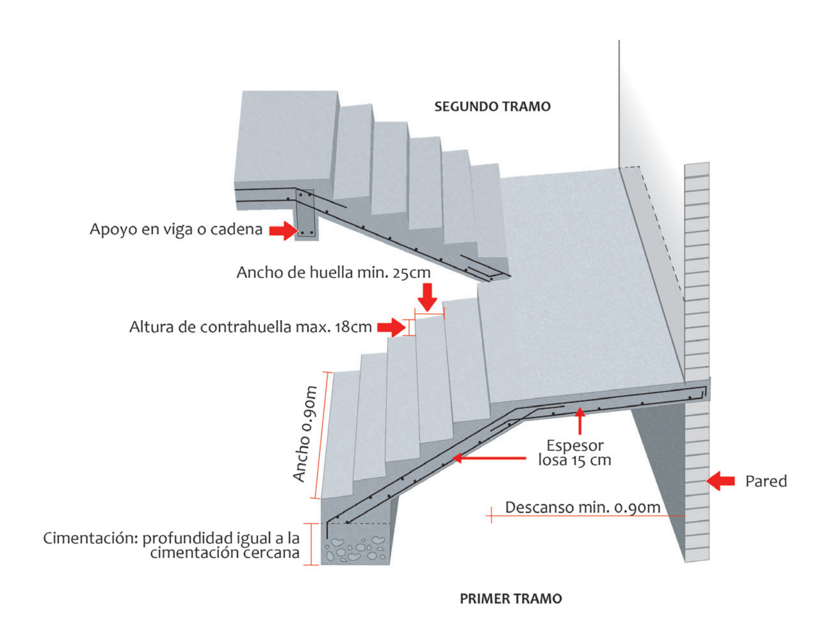


Figura 99: **Elementos y dimensiones de una escalera.**

La cimentación de una escalera deberá estar conformada por una base de hormigón ciclópeo y una cadena de hormigón armado.

Para comenzar a construir la grada, primeramente se la traza en la superficie de la pared lateral. Se ubica el inicio (contrapiso) y el fin de la grada (losa superior). En la distancia horizontal de estos dos puntos, se traza el número de huellas que tendrá la escalera, y en la distancia vertical, se traza el número de contra huellas. Con estos puntos de referencia se procede a trazar la grada y el espesor de esta, tomando en cuenta que el espesor mínimo es de 15 centímetros, como se puede apreciar en la figura 100.

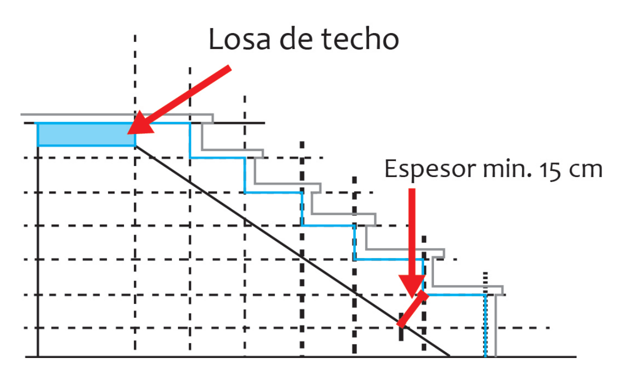


Figura 100: **Trazado de una escalera.**

Seguidamente, se procede a encofrar la grada, teniendo en cuenta el fondo de la escalera trazado, el cual será la base. Se encofra las contra huellas usando tablas de 1'' (2.5 centímetros) de espesor y de ancho y largo que coincidan con las medidas de la escalera. Estas tablas se deben asegurar con tacos en los extremos y se deberá colocar un listón en el centro y a lo largo del encofrado de las gradas para evitar que estas tablas cedan al momento de la fundición

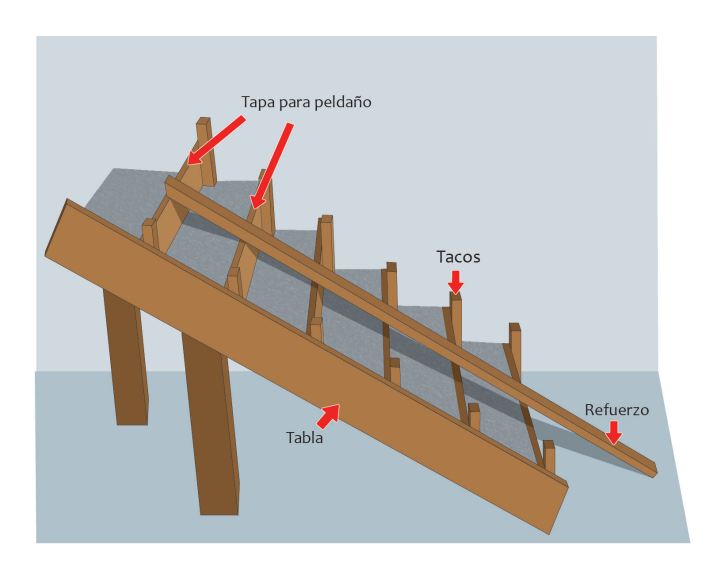


Figura 101: **Encofrado de una escalera.**

Las dimensiones, tipo y ubicación de las varillas de la escalera se las podrá encontrar en el plano estructural.

Las varillas longitudinal y transversal que van sobre el encofrado, deben colocarse sobre galletas de hormigón para garantizar el recubrimiento. Las varillas de refuerzo deberán estar ancladas a la cimentación y a la losa superior (figura 102).

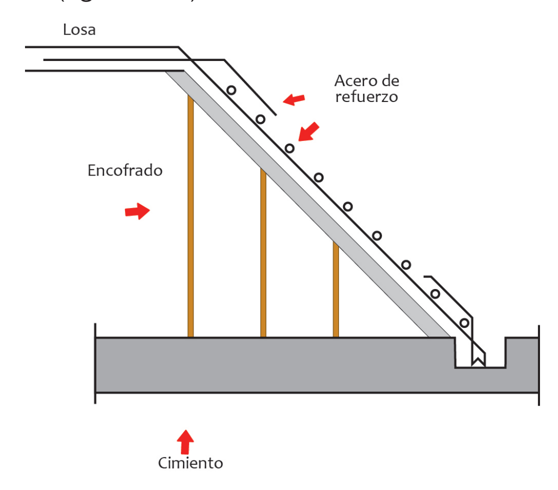


Figura 102: **Armado de una escalera.**

Como se ha venido mencionando, antes de iniciar con la fundición de las escaleras se deberá verificar que el encofrado este correctamente asegura y nivelado. Además, se deberá humedecer el mismo para evitar que las tablas absorban agua de la mezcla del hormigón. La resistencia del hormigón se podrá observar en plano estructural.

Es importante fundir las escaleras desde la parte más baja y terminar en la parte más alta. Si se lo realiza de la manera contraria, el hormigón resbalará y el ripio de éste se separará, provocando que el hormigón disminuya en su resistencia y consistencia. Durante la fundición se utilizará un vibrador mecánico, compactando el hormigón y evitando vacíos o cangrejeras.

Las escaleras permanecerán con el encofrado por lo menos 7 días después de la fundición. En todos estos siete días se deberá regar agua, curando las escaleras.

5. Estructuras en acero

El acero es un material que posee gran resistencia, muy versátil y viene pre-fabricado en diferentes formas, llamadas secciones o perfiles. Estas secciones se han estandarizado para darle el mejor uso posible, economizando la construcción. Un ejemplo de esas formas de perfiles puede observarse en la siguiente figura:

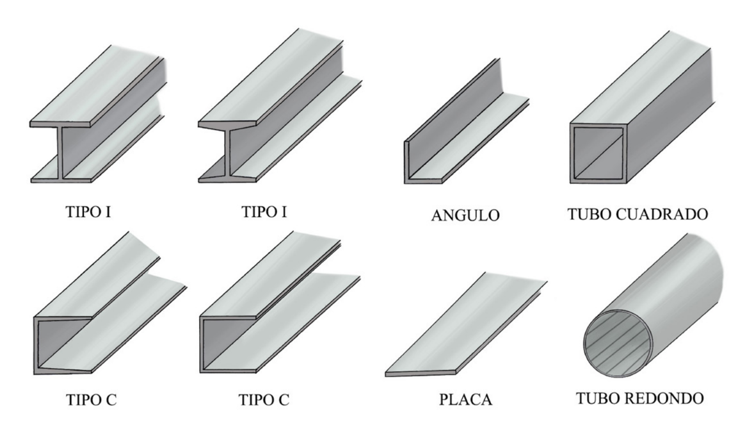


Figura 103: **Algunos tipos de perfiles estructurales que se encuentra en el mercado**

En el Ecuador, se encuentran disponibles dos tipos de perfiles:

Perfiles laminados en caliente: los cuales se fabrican a partir de acero fundido a temperaturas muy altas. Estos perfiles no son muy pesados, y su resistencia es muy alta; es por esto que se los usa para construir edificios de gran altura y también cuando se necesita cubrir grandes luces. Estos perfiles son importados.

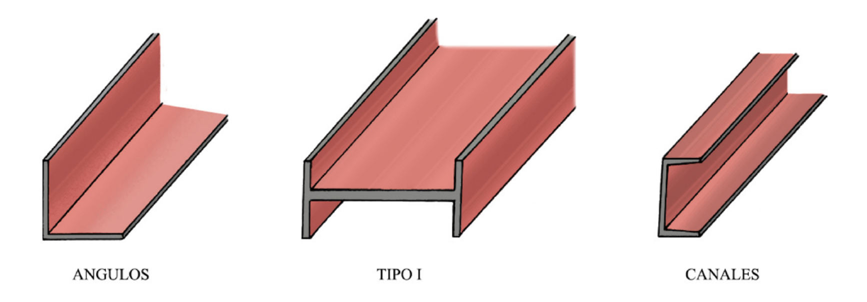


Figura 104: **Perfiles laminados en caliente**

Perfiles doblados en frío: para fabricar un perfil doblado en frío, la pieza pasa por varios procesos como son: doblado, prensado, corte etc. de láminas delgadas de acero a temperatura ambiente, hasta que se logre la forma o perfil requerido. Se denominan también perfiles de lámina delgada pues su espesor es de pocos milímetros. En tal sentido, su utilización es limitada a estructuras pequeñas, galpones industriales, cubiertas livianas, etc.

Estos perfiles son más livianos que los laminados en caliente y se los puede utilizar únicamente para estructuras pequeñas, con cargas pequeñas y para cubrir luces cortas. La Norma Ecuatoriana de la Construcción prohíbe utilizar estos perfiles para viviendas de más de 2 pisos, por su mal comportamiento ante sismos.

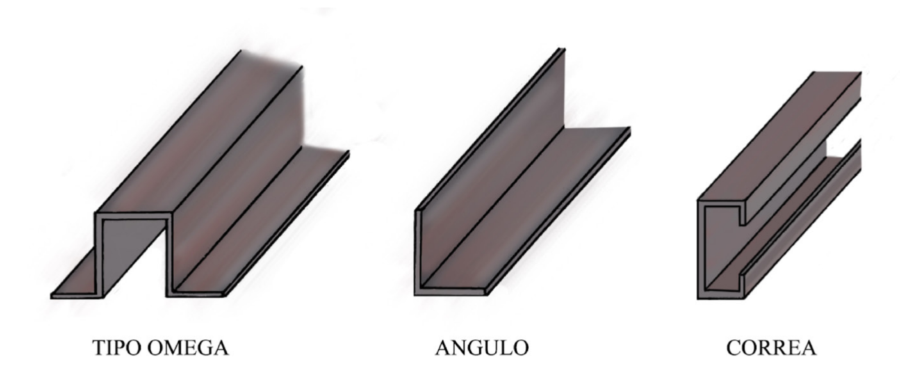


Figura 105: **Perfiles doblados en frío**

Existe una gran variedad de sistemas de estructuras en las cuales se utilizan los perfiles de acero. A continuación se describen los principales con los que se construye en el Ecuador.

Pórticos rígidos: Los cuales están constituidos por vigas y columnas y estos son los que soportan las cargas verticales (peso de la estructura) y horizontales (posible sismo). La unión entre viga y columna por lo general se lo realiza por medio de soldadura, pero también se puede hacer una unión empernada, remachada o una combinación de soldadura y empernado. La figura 106 presenta ejemplos de pórticos rígidos que generalmente se construyen en el Ecuador.

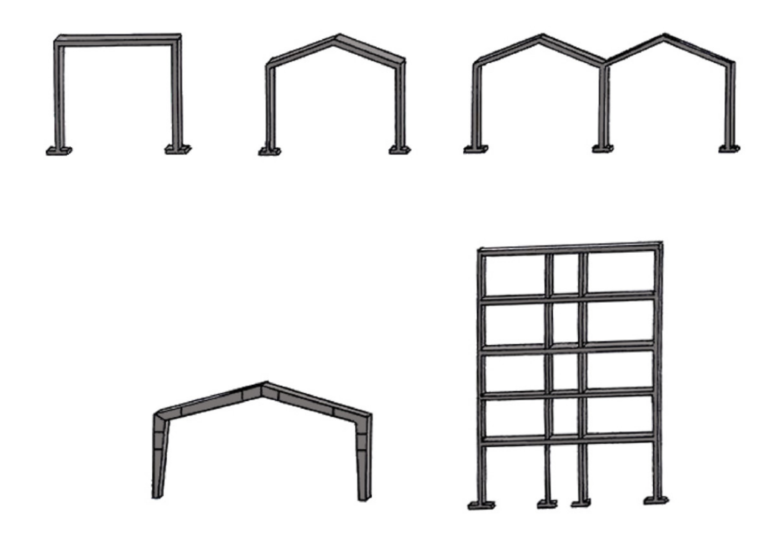


Figura 106: **Tipos de pórticos usados en la construcción**

Pórticos arriostrados: son los mismos pórticos rígidos explicados antes pero con elementos en diagonales (riostras), los cuales ayudarán a soportar las fuerzas de los terremotos. En la figura 107 se pueden observar diferentes maneras de colocar estas diagonales o riostras.



Figura 107: **Configuraciones típicas de diagonales o riostras**

Cerchas: las cerchas, también llamadas armaduras o celosías, están armadas por diferentes tipos de perfiles, como perfiles tipo C, correas, ángulos, los cuales van formando triángulos, dispuestos de tal manera que las fuerzas se apliquen en los nudos o uniones de estos elementos y no en otro sitio. Con este sistema se pueden cubrir grandes luces (figura 108).

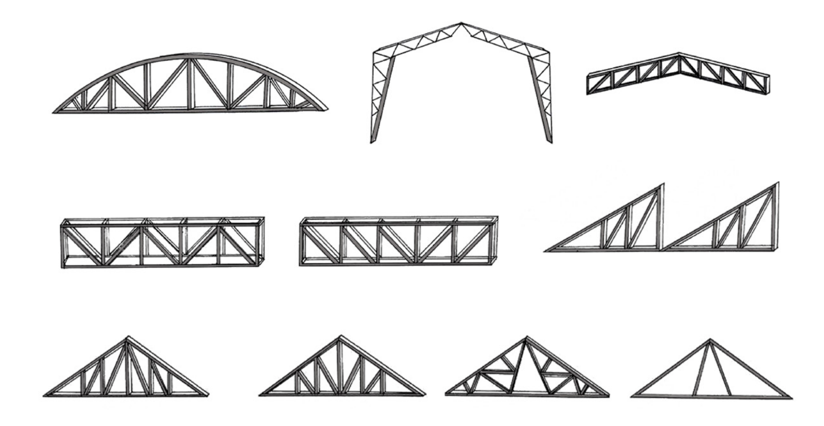


Figura 108: **Tipos de cerchas**

Losas y Cubiertas: En ocasiones, por lo general en edificios, se usa un sistema de losa y techo basado en el denominado “steel deck” o placa de acero, el cual es una lámina de acero muy delgada (de menos de 1 milímetro) que se ancla a las vigas y sobre él se funde una capa delgada de hormigón con una malla electro-soldada. En otras ocasiones, por ejemplo cuando las cubiertas están destinas a industrias, fábricas etc., simplemente se coloca la láminas de acero galvanizado.

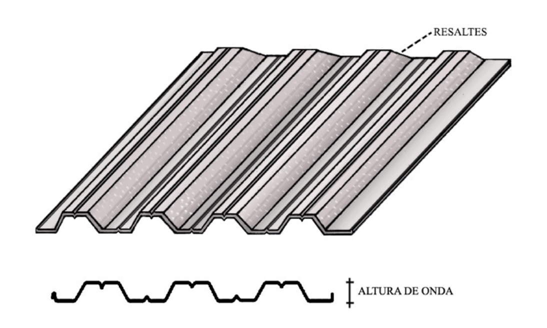


Figura 109: **Steel deck para losas, cubiertas**

En el Ecuador, la manera más común de realizar las uniones (viga-columna, viga-viga) es por medio de la soldadura. A continuación se describen los diferentes tipos de soldadura que se practican y cómo realizar un buen proceso de fabricación.

5.1 Soldadura

Se denomina soldadura a la unión de dos piezas metálicas por medio de calor, con o sin ayuda de un material metálico nuevo que sirva para la unión.



Figura 110: **Soldadura**

La soldadura es un proceso fácil de realizar, económico y efectivo al momento de unir dos piezas metálicas similares. Se la utiliza en muchos procesos industriales.

5.2 Procesos de soldadura

Existe gran cantidad de procesos de soldadura y éstos se diferencian por la manera en que se aplica el calor o la presión (cuando se la utiliza) y en el equipo que se usa.

En el Ecuador el proceso más usado, es por arco eléctrico, es por esto que se hablará rápidamente del tipo SMAW (soldadura por arco manual con electrodos revestidos) y del tipo GMAW (soldadura por electrodo consumible).

5.2.1 Soldadura GMAW

Es un proceso de soldadura por arco eléctrico con un gas protector con electrodo que se consume. El arco se produce mediante un electrodo formado por un hilo continuo y las piezas a unir, quedando este protegido de la atmósfera circundante por un gas inerte (soldadura MIG) o por un gas activo (soldadura MAG).

En la figura a continuación se puede observar el esquema de una soldadura GMAW.

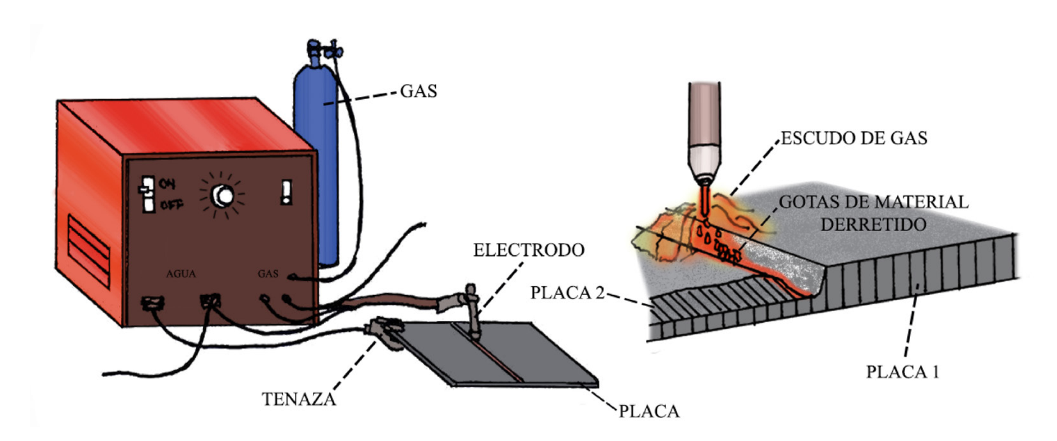


Figura 111: **Suelda tipo GMAW**

5.2.2 Soldadura SMAW

Es un proceso de soldadura por arco eléctrico, cuando la punta del electrodo toca la pieza a soldar, produciendo un corto circuito. El calor que se genera por esta "chispa", ocasiona la fusión entre la pieza y el electrodo.

En la figura a continuación se puede observar el esquema de una soldadura SMAW.

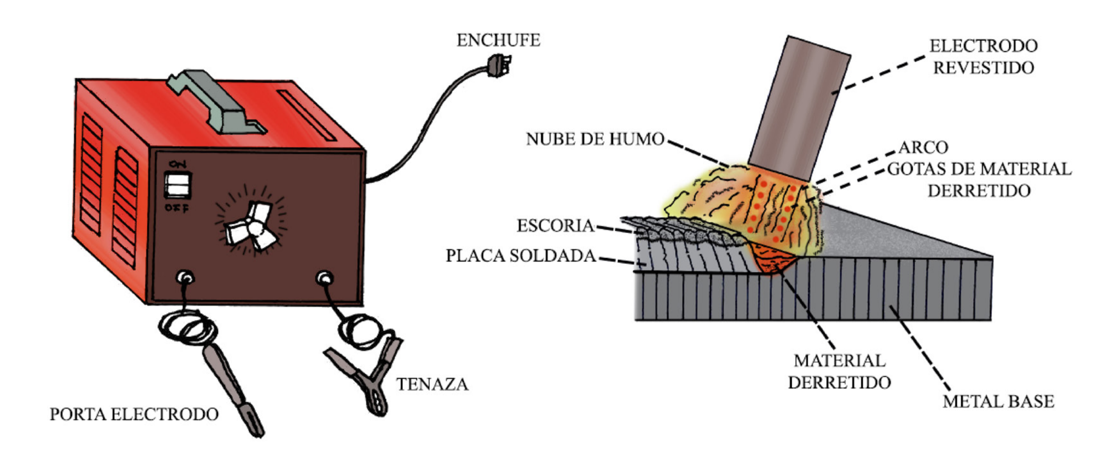


Figura 112: **Suelda tipo SMAW**

En el Ecuador, específicamente en el área de la construcción, se usan comúnmente los dos procesos antes mencionados. Al momento de realizar una vivienda o una construcción de un tamaño de dos pisos o menos, lo más común es usar el proceso SMAW. Por este motivo, se revisarán algunas recomendaciones para realizar un buen proceso de suelda SMAW.

Como se mencionó antes, en el proceso de suelda SMAW se usan los electrodos revestidos. Estos electrodos están formados por una varilla metálica (núcleo), recubierta por un revestimiento formado por sustancias químicas y un extremo no revestido para fijarlo al porta-electrodo.

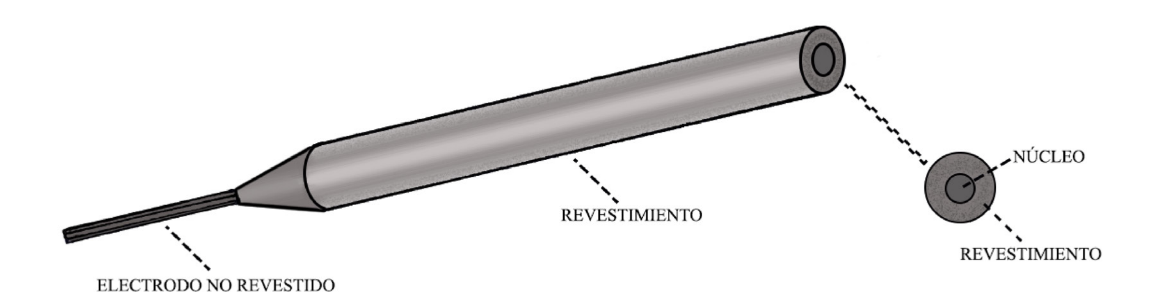


Figura 113: **Electrodo con revestimiento**

Se debe tener en cuenta que los electrodos mal conservados pueden generar diversos problemas al momento de soldar. Por ejemplo:

- Cuando el revestimiento está agrietado, se contamina el alma del electrodo, causándole porosidades que afectarán las propiedades de la suelda.
- Cuando el electrodo está húmedo, se pueden producir desde porosidades hasta fisuras en la soldadura.
- Cuando el revestimiento está desprendido o cuando el electrodo está contaminado, la calidad de la soldadura será deficiente.

5.3 Posiciones comunes para soldar

Las posiciones más comunes para soldar son cuatro y éstas se relacionan con la ubicación del eje de la soldadura. Se necesita conocimiento y práctica para realizar trabajos de soldadura.

En la figura 114 se pueden observar las posiciones más comunes para soldar, siendo:

a) Soldadura plana: El material de la suelda (electrodo fundido) se deposita sobre la pieza a soldar. Esta pieza a soldar actúa como soporte.

b) Soladura horizontal: La pieza a soldar brinda solamente un soporte parcial, y el metal de la soldadura (electrodo) que se deposita se usará como ayuda.

c) Soldadura vertical: la pieza a soldar actúa como soporte parcial y el metal que ya ha sido depositado (electrodo fundido) se usará como ayuda. Este tipo de soldadura se lo podrá realizar de forma ascendente o descendente.

d) Soldadura sobre la cabeza: La pieza a soldar sostiene difícilmente al metal de la soldadura depositado (electrodo). Por eso, esta posición de soldadura no se recomienda.

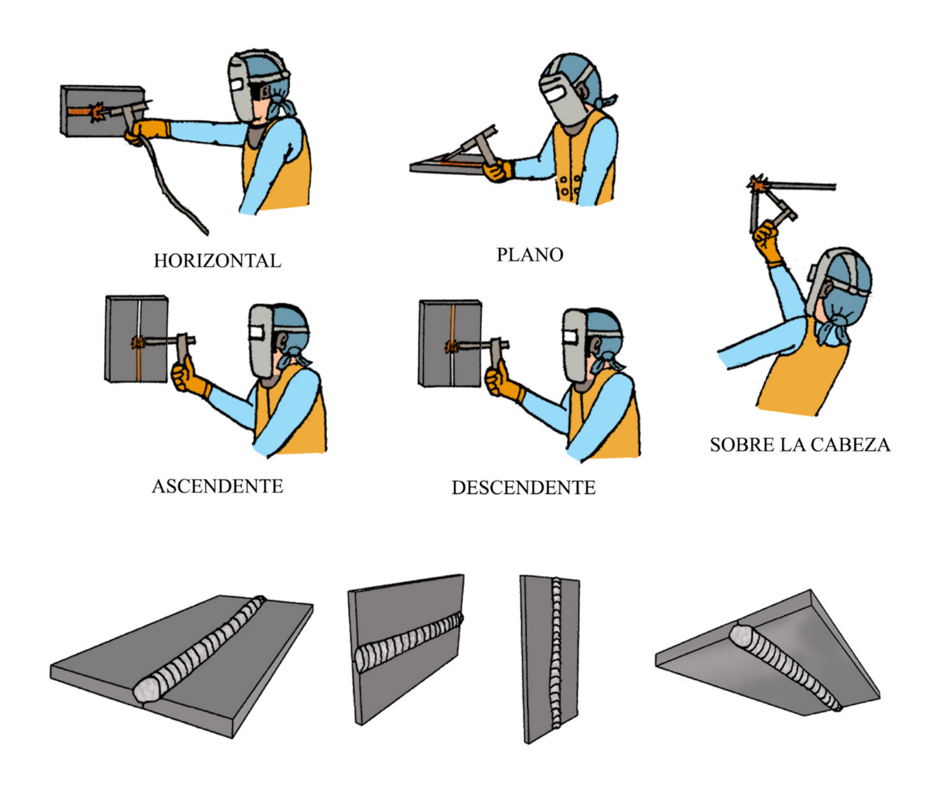


Figura 114: **Posiciones comunes para soldar**

5.4 Tipos de soldadura

Los tipos de soldadura que se revisarán a continuación, se refieren a la técnica aplicada para cada unión o junta; independiente del proceso de soldadura a utilizar.

Soldadura de cordón: Este tipo de soldadura se lo hace sin movimientos laterales, y de una sola pasada (figura 115).

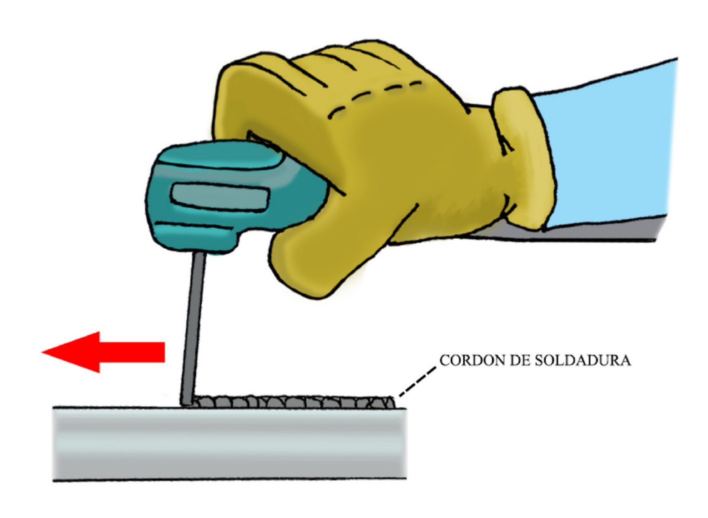


Figura 115: **Soldadura de cordón**

__Soldadura ondeada:__ se los realiza haciendo un cordón (movimientos de traslación del electrodo) con movimientos laterales de un lado al otro del electrodo (figura 116).

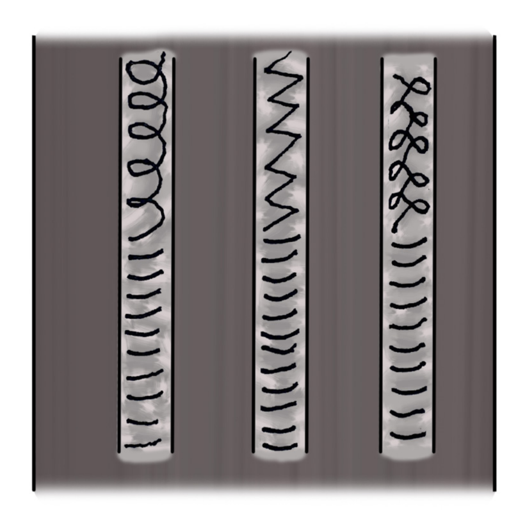


Figura 116: **Soldadura ondeada**

En la figura 117 se detallan los movimientos del electrodo para realizar una soldadura ondeada y se describen a continuación:

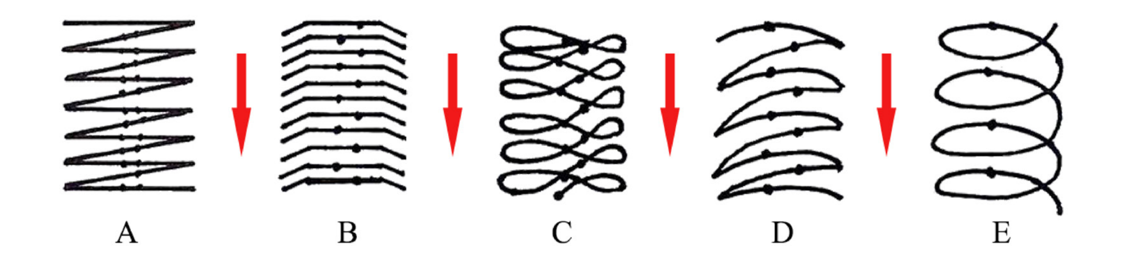


Figura 117: **Movimientos para efectuar una soldadura ondeada**

a) Movimiento zigzag longitudinal: es un movimiento en zigzag del electrodo, en línea recta en sentido del cordón. Cuando se suelda en posición vertical ascendente o en juntas muy finas se usa este movimiento para evitar que el electrodo fundido gotee y se acumule calor.

b) Zigzag transversal: el electrodo se mueve lateralmente (de lado a lado). Este movimiento se utiliza para soldar en cualquier posición y se usa principalmente para realizar cordones anchos.

c) Movimiento entrelazado: Se mueve el electrodo en oscilaciones laterales y debe ser muy uniforme. Se usa en cordones de terminación y cubre totalmente los cordones de relleno.

d) Movimiento semicircular: El electrodo se mueve a través de la junta en forma de media luna, lo que asegura una buena fusión en los bordes. Se recomienda usar este movimiento en juntas chaflanadas y recargue de piezas.

e) Movimiento circular: El electrodo realiza movimientos circulares mientras se avanza. Se utiliza en cordones de penetración donde se requiere poca suelda.

Soldadura de tapón: se realiza principalmente para realizar remaches (figura 118).

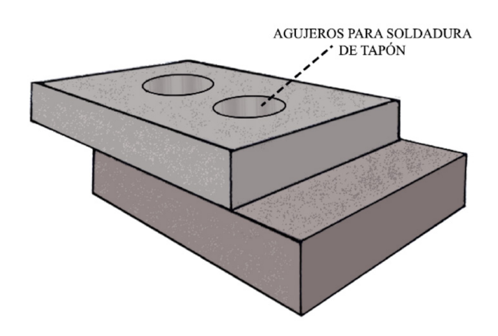


Figura 118: **Soldadura de tapón**

Soldadura de ranura: se realiza en los espacios que quedan entre dos piezas (figura 119).

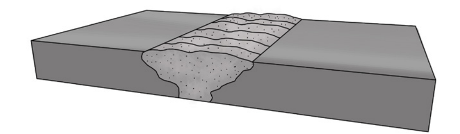


Figura 119: **Soldadura de ranura**

Soldadura de filete: similares a la de ranura, se hace entre el espacio que queda entre una pieza horizontal y una vertical.

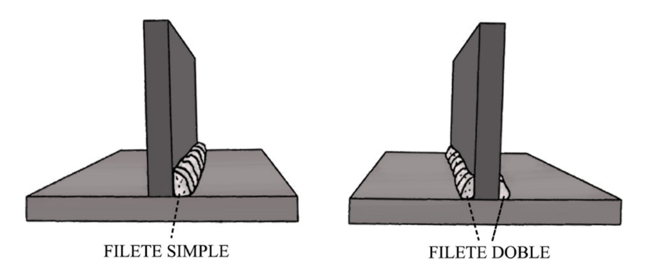


Figura 120: **Soldadura de filete**

La Norma Ecuatoriana de la construcción indica que el tamaño mínimo de soldadura de filete deberá ser el menor valor entre 8 mm (5/16 pulg.) o el espesor de la placa que se está uniendo.

5.5 Tipos de juntas

Junta a traslape: es formada por dos piezas metálicas traslapadas, que se unen mediante soldadura de filete o de tapón.

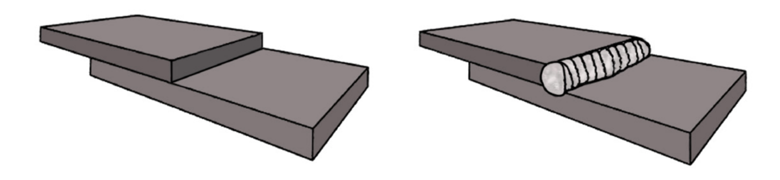


Figura 121: **Junta a traslape**

Junta a tope: esta junta se encuentra entre las superficies de dos piezas metálicas.

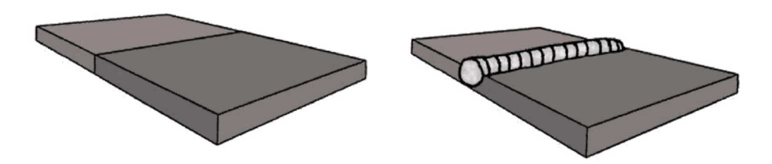


Figura 122: **Junta a tope**

Junta de esquina: esta junta se lo realiza entre dos piezas que forman un ángulo de 90 grados, al final de las dos piezas. Estas pueden ser de medio traslape, de esquina a esquina o de inserción completa.

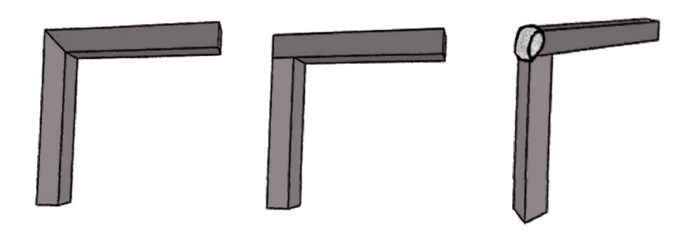


Figura 123: **Juntas de esquina**

Junta de brida u orilla: son aquellas juntas donde la unión o fusión de la soldadura se aplica en la superficie adyacente de cada pieza.

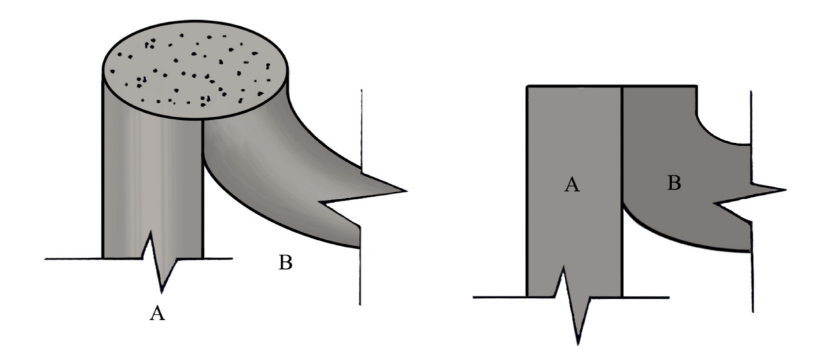


Figura 124: **Juntas de brida u orilla**

Junta en T: son aquellas juntas que se forman al colocar las piezas en un ángulo de 90 grados, perpendicularmente la una de la otra. Pueden ser sin bisel, con un solo bisel, con doble bisel.

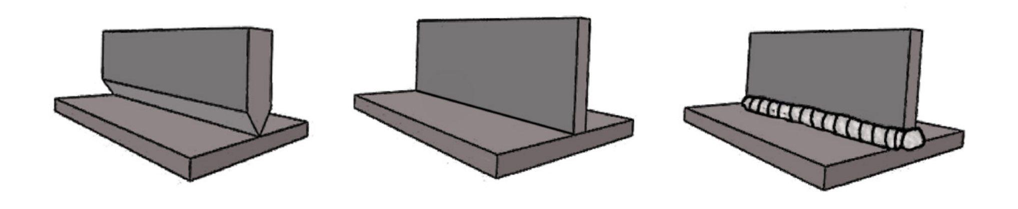


Figura 125: **Juntas en T**

En la figura 126 se presenta juntas comunes realizas con los procesos de soldadura SMAW y GMAW.

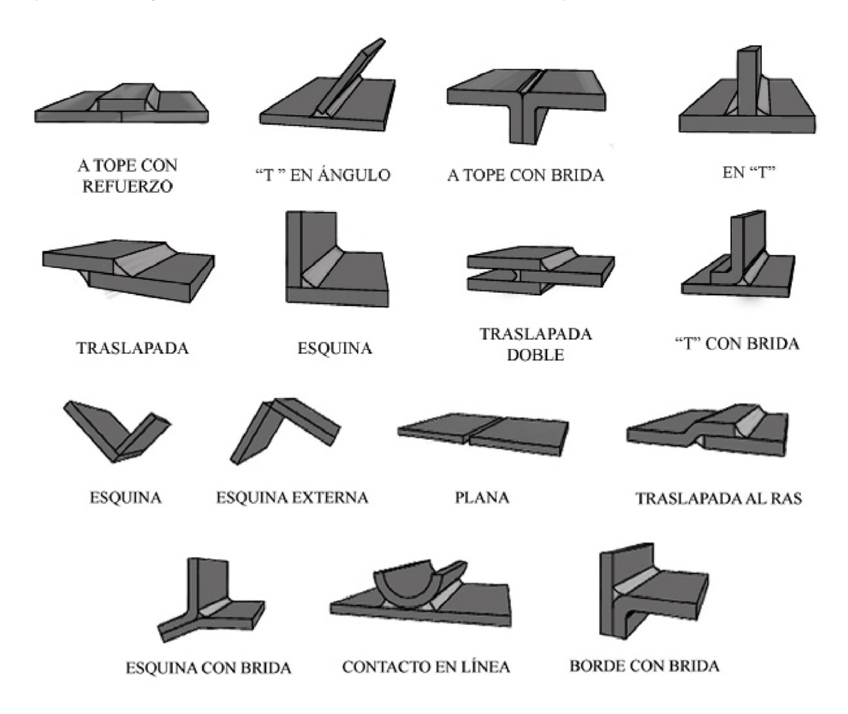


Figura 126: **Ejemplos de juntas comunes realizas con SMAW-GMAW**

5.6 Defectos en la soldadura

Inclusiones sólidas: Son materiales no metálicos atrapados en la soldadura. Se presentan en formas alargadas o globulares. Este defecto se produce debido a algunos inconvenientes como la mala manipulación del electrodo o cuando la corriente es demasiado baja.

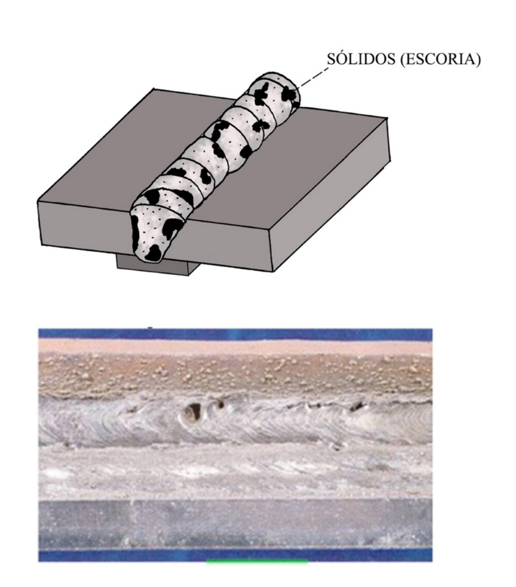


Figura 127: **Defectos en la soldadura: Inclusiones sólidas**

Fuente: Bueno H. Manual para procesos de soldadura en estructuras metálicas de acero A-36 aplicada a edificios

__Soldadura Porosa__: Son los huecos de forma esférica que se forman en las soldaduras, y éstos están libres de otro material sólido. Estos huecos se forman por gases atrapados durante la solidificación de la soldadura. Las posibles causas de este defecto pueden ser: tiempo insuficiente de fusión, piezas a soldar sucias, revestimiento del electrodo húmedo, avance al soldar demasiado rápido, etc.

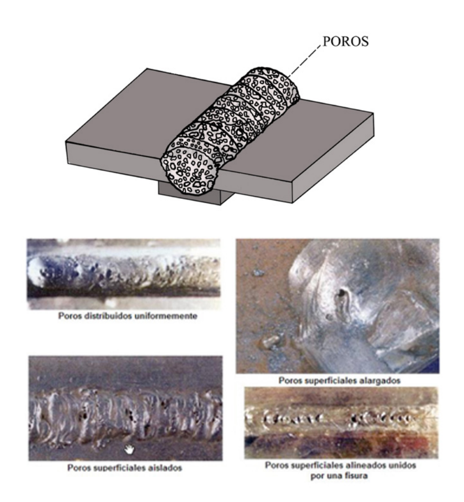
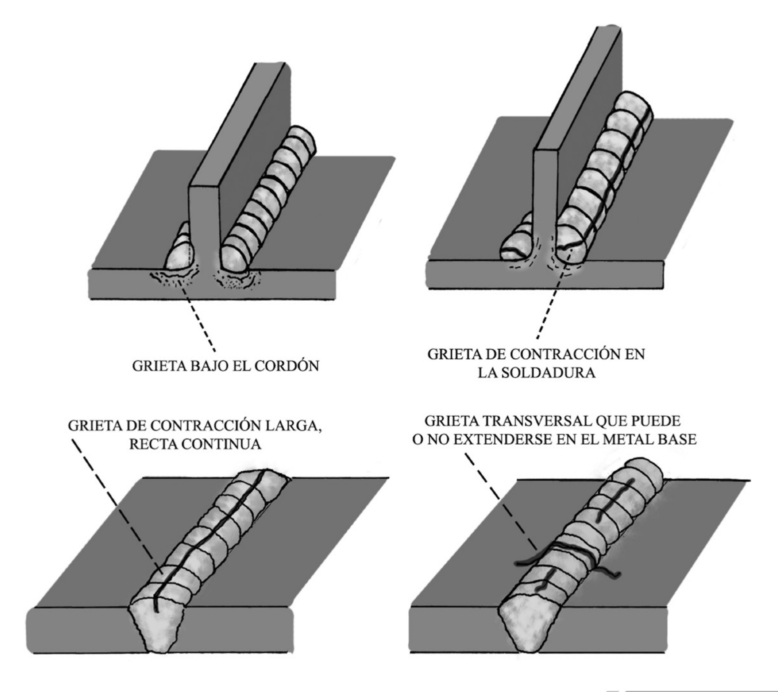


Figura 128: **Defectos en la soldadura: soldadura porosa**

Fuente: Bueno H. Manual para procesos de soldadura en estructuras metálicas de acero A-36 aplicada a edificios

__Agrietamiento:__ el agrietamiento de las juntas soldadas se produce cuando existen múltiples fuerzas localizadas en algún punto, que sobrepasan la resistencia máxima del metal. Las posibles causas de este defecto pueden ser: que se utilizó el electrodo inadecuado o cuando el tamaño de la soldadura es desproporcionado respecto al espesor de la pieza. Cuando se enfría una junta soldada existen más probabilidades de que se agriete.



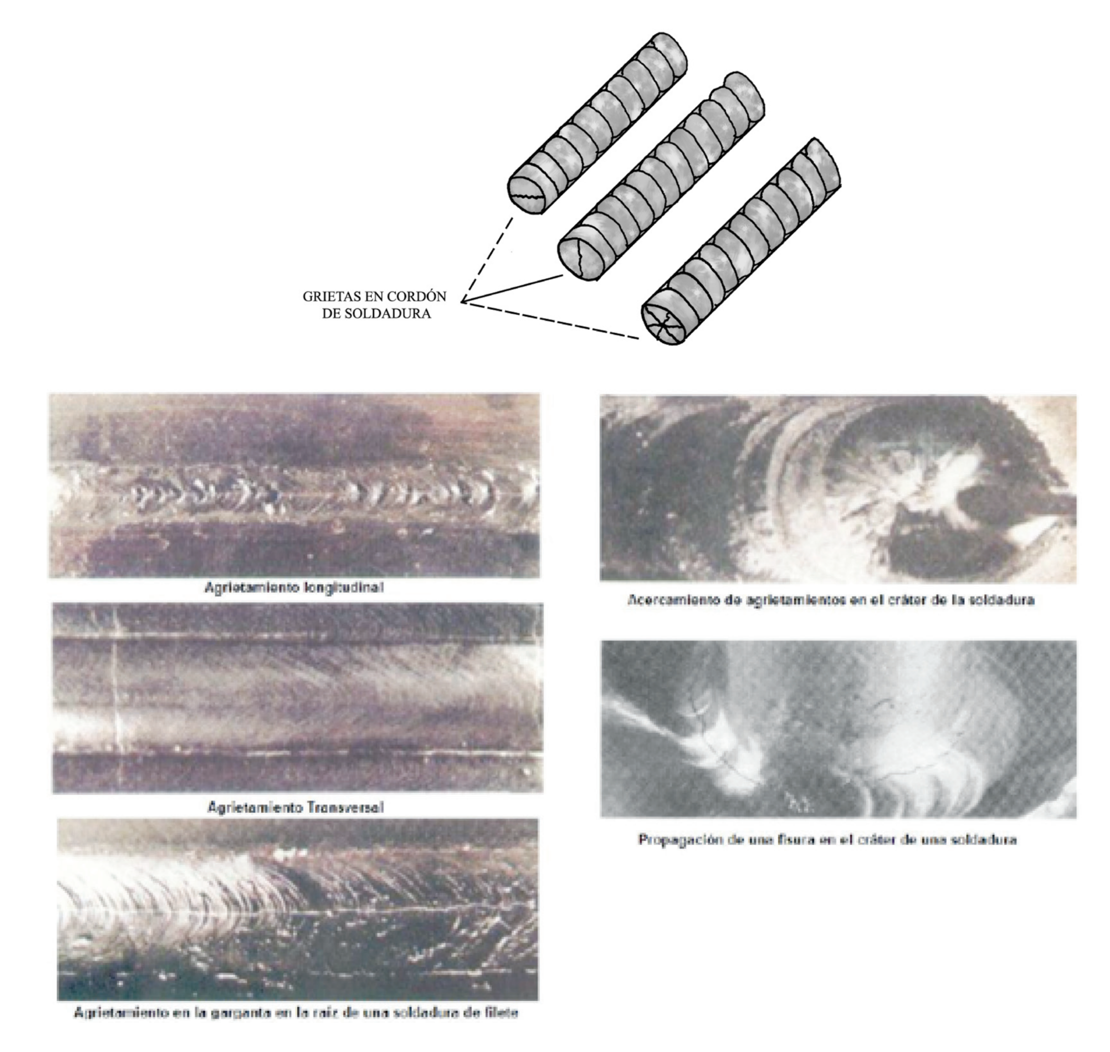


Figura 129: **Defectos en la soldadura: agrietamiento**

Fuente: Bueno H. Manual para procesos de soldadura en estructuras metálicas de acero A-36 aplicada a edificios

Fusión incompleta: es cuando no se logra la fusión entre el material de soldadura (electrodo) y pieza o entre las capas adyacentes del metal de soldadura (electrodo fundido). Existe una falta de penetración en la junta a soldar. Las posibles causas de este defecto pueden ser: demasiada velocidad de avance al soldar, electrodo muy grueso, amperaje muy alto de la suelda, etc.

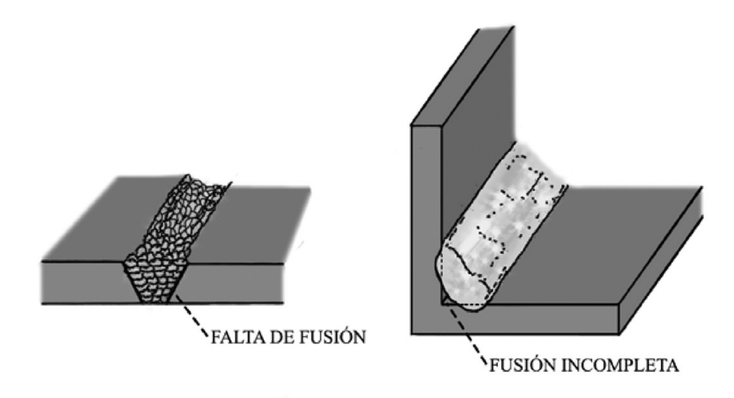




Figura 130: **Defectos en la soldadura: fusión incompleta**

Fuente: Bueno H. Manual para procesos de soldadura en estructuras metálicas de acero A-36 aplicada a edificios

Penetración incompleta: se produce cuando el material depositado y la pieza (junta a soldar) no se funden en forma integral. Puede ser ocasionada porque el metal de la soldadura (electrodo) no llega a la junta de una soldadura, y deje el hueco ocasionado por el puenteo del electrodo.

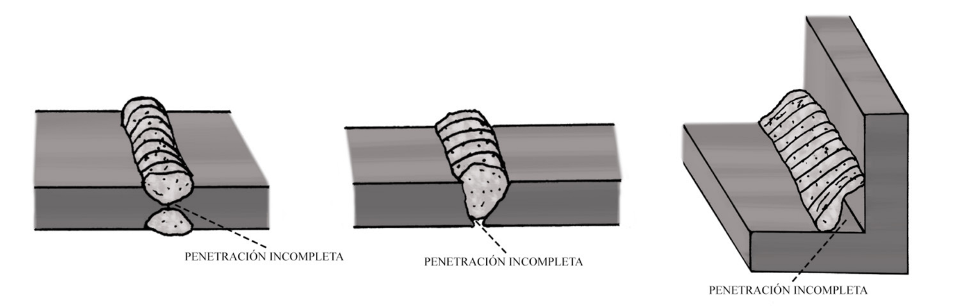


Figura 131: **Defectos en la soldadura: penetración incompleta**

Con todo esto que se ha indicado, y el crecimiento que ha tenido la soldadura en el país, a continuación se revisarán los pasos para lograr una soldadura eficiente.

5.7 Procedimiento de una buena soldadura

a) Primeramente, se debe limpiar muy bien las piezas que se van a soldar y más aún donde será la junta. La junta debe estar libre de pintura, grasa, óxido u otros componentes.



Figura 132: **Limpieza de piezas**

b) Es importante revisar las conexiones de la máquina soldadora, además de los cables (no deben estar pelados). Se debe mantener los cables fuera del tránsito peatonal.

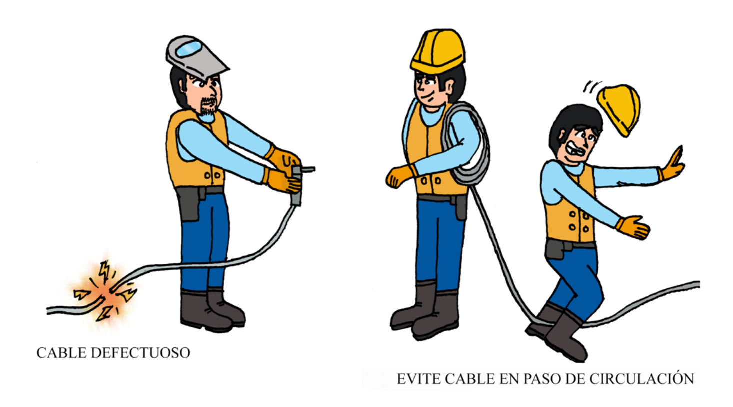


Figura 133: **Revisión de cables y conexiones de soldadora**

c) Cuando el trabajo se hace en taller, se prepara una área de trabajo segura, estable y nivelada, si es posible sobre una mesa metálica.

d) Una vez que las piezas estén limpias, se juntan los bordes de éstas sobre una de superficie horizontal; si se puede se las sujeta con una mordaza para evitar que se muevan mientras se suelda. Se coloca y asegura las pinzas de tierra a las piezas que se van a soldar, esto puede ser directamente a las piezas metálicas que se van a soldar o a la mesa (metálica)



Figura 134: **Colocado y aseguramiento de las pinzas de tierra**

e) Es indispensable usar el equipo de protección para evitar algún accidente al realizar la soldadura. Esto es guantes de cuero, overol, máscara para soldar con cuello removible, protecciones para los oídos, botas punta de acero.

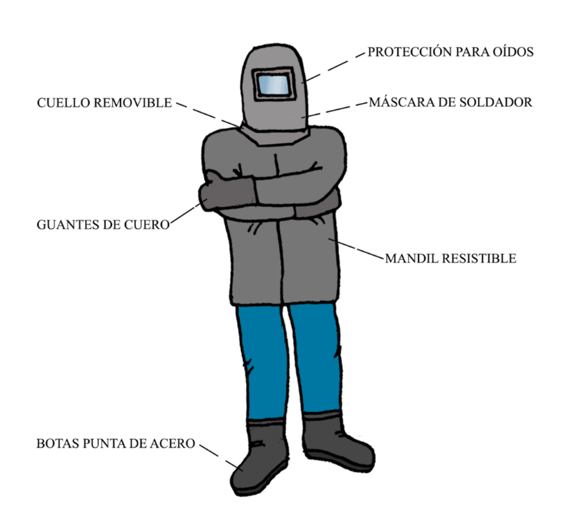


Figura 135: **Equipo de protección para soldar**

f) Se debe elegir el diámetro y tipo de electrodo que se va a usar. Se introduce la parte sin revestimiento al porta electrodo.

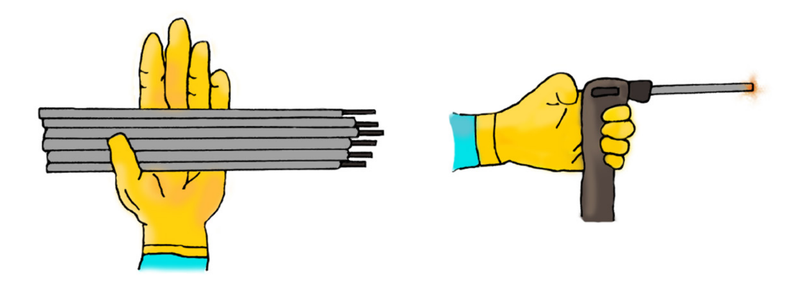


Figura 136: **Elección y colocación del electrodo en el porta electrodo**

El tipo y medida del electrodo que se usará, depende del espesor del material (piezas) a soldar, de la preparación de los filos de la unión, de la posición de la soldadura (plana, horizontal, vertical; ver posiciones de soldadura) y de la habilidad del soldador. Una manera de seleccionar el electrodo se presenta en la tabla a continuación y depende del espesor de la pieza metálica a soldar.

GROSOR DEL METAL	DIÁMETRO DEL ELECTRODO	INTENSIDAD EN AMPERIOS
0.80 a 1.50 mm.	1.60 mm.	35 a 50 A.
1.50 a 2.00 mm.	2.00 mm.	50 a 75 A.
2.00 a 3.00 mm.	2.50 mm.	75 a 100 A.
3.00 a 4.00 mm.	2.50 ó 3.15 mm.	100 a 135 A.
4.00 a 10.00 mm.	3.15 ó 4.00 mm.	135 a 175 A.

Figura 137: **Diámetros del electrodo e intensidad en función del espesor de la pieza a soldar**

g) Seguidamente se enciende la máquina y se regula la intensidad de la máquina en función del diámetro del electrodo.

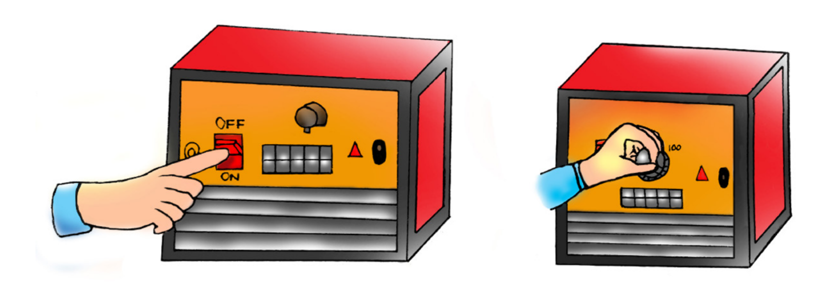


Figura 138: **Encendido y regulado de intensidad de soldadora**

h) El soldador debe mantener una posición cómoda y estable, preferentemente de pie, con libertad de movimiento. Se usa el codo izquierdo como pivote y se ensaya el movimiento del electrodo a lo largo de unión

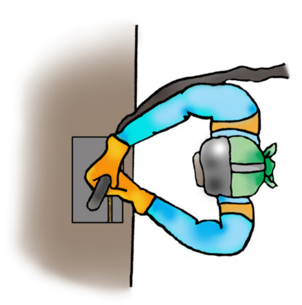


Figura 139: **Posición cómoda para soldar, preferentemente de pie y con libertad de movimiento.**

i) Ubicada la posición que permita una soldadura cómoda de realizar, se procede a hacer chispa el electrodo y la zona donde será la unión y se realiza un cordón de soldadura con movimiento constante (ni tan rápido ni tan lento).

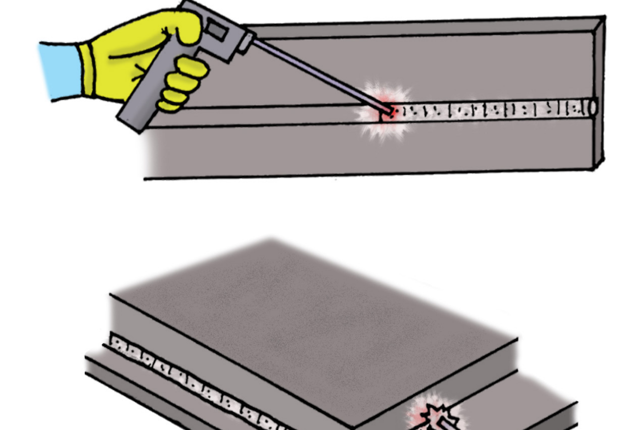


Figura 140: **Cordón de soldadura.**

En la figura a continuación se puede observar varias pruebas de soldadura con distintas velocidades y amperajes de la máquina de soldadora.

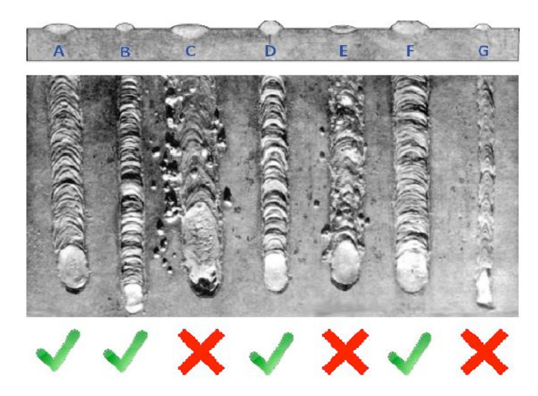


Figura 141: **Pruebas de soldadura realizadas a diferentes velocidades y amperajes.**

A: Costura correcta con amperaje y velocidad adecuada

B: Costura aceptable con amperaje muy bajo

C: Costura deficiente por amperaje muy elevado

D: Costura aceptable con amperaje muy bajo, ocasionando demasiado aporte metálico (electrodo fundido).

F: Costura correcta con muy poca velocidad de avance (costura ancha y alta)

G: Costura deficiente con velocidad de avance elevada y con corriente adecuada.

j) Cuando se va a soldar piezas con espesores grandes (mayores a 6 milímetros), es necesario crear un chaflán en los filos de la unión. Se realiza algunas pasadas con el electrodo hasta rellenar este chaflán.

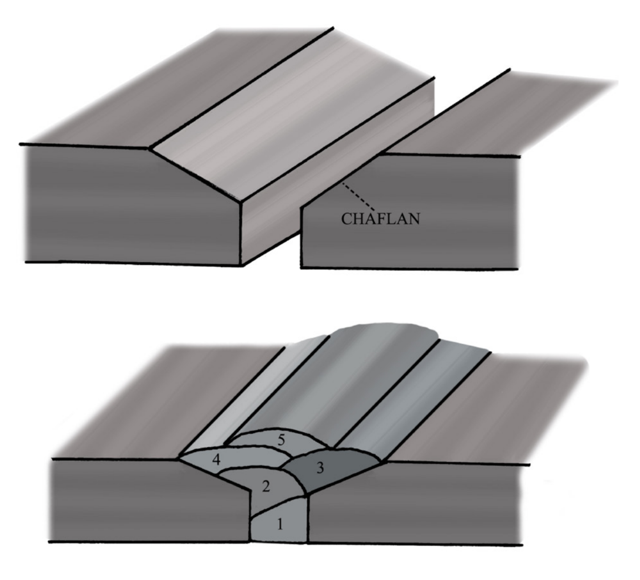


Figura 142: **Soldadura en piezas gruesas.**

k) Cuando se termine de realizar cualquier tipo de soldadura, se debe dejar enfriar las piezas. El enfriamiento debe ser al aire libre y lentamente; nunca se debe enfriar bruscamente las piezas.

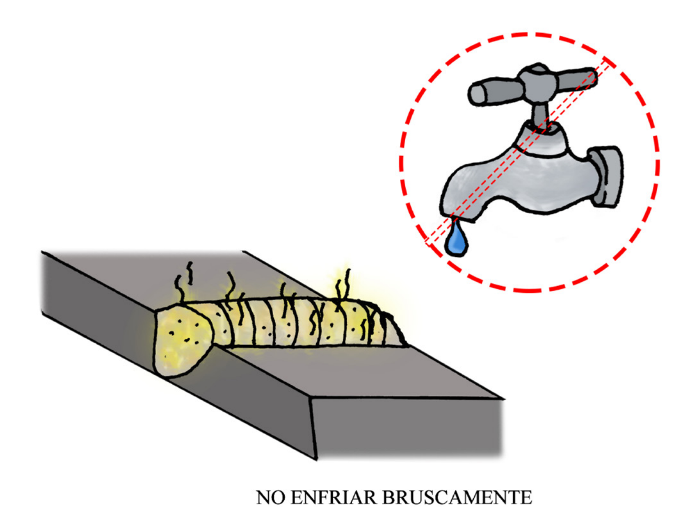


Figura 143: **No enfriar bruscamente las piezas al terminar la soldadura.**

l) Por último, cuando el cordón realizado este completamente frío, se lo debe limpiar, retirando la escoria con un cepillo de metal, amoladora o martillo,

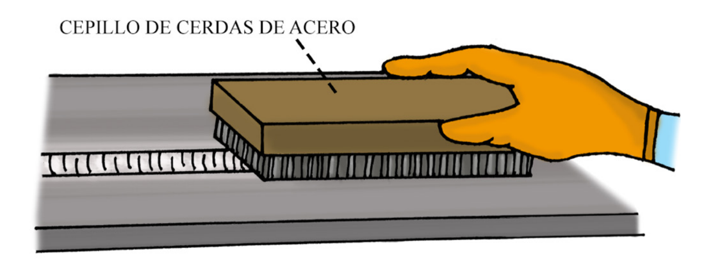


Figura 144: **Limpieza final de cordón de soldadura.**

Referencias

1. Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2015). "Riesgo Sísmico", Norma Ecuatoriana de la Construcción, Código NEC-SE-RE, Quito, Ecuador.
2. Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2015). "Peligro Sísmico", Norma Ecuatoriana de la Construcción, Código NEC-SE-DS, Quito, Ecuador.
3. Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2015). "Estructuras de acero", Norma Ecuatoriana de la Construcción, Código NEC-SE-AC, Quito, Ecuador.
4. Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2015). "Hormigón Armado", Norma Ecuatoriana de la Construcción, Código NEC-SE-HM, Quito, Ecuador.
5. Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2015). "Viviendas de hasta dos pisos con luces de hasta 5 metros", Norma Ecuatoriana de la Construcción, Código NEC-SE-VIVIENDA, Quito, Ecuador.
6. Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2015). "Geotecnia y cimentaciones", Norma Ecuatoriana de la Construcción, Código NEC-SE-CM, Quito, Ecuador.
7. Corporación Aceros Arequipa S. A. (2010). Construye Seguro, Manual del Maestro Constructor. Lima, Perú.
8. Instituto del Cemento Portland Argentino, 1975, "Construcciones con Bloques de Hormigón", Buenos Aires.
9. Holcim Ecuador S. A. (2014). Elaboración de hormigón con cemento Holcim Fuerte. Guayaquil, Ecuador.
10. Holcim Ecuador S. A. (2014). Fundición de columna con cemento Holcim. Guayaquil, Ecuador.
11. Rodríguez P. (2001). Manual de soldadura. Buenos Aires, Argentina: Librería y Editorial Alsina.
12. Rodríguez P. (2001). Manual de soldadura. Buenos Aires, Argentina: Librería y Editorial Alsina.
13. Bueno H. (2010). Manual para procesos de soldadura en estructuras metálicas de acero A-36 aplicada a edificios (Tesis de grado). Escuela Politécnica del Ejército. Sangolquí, Ecuador.
14. Pontificia Universidad Católica del Perú. (2005). CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO DE VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA Para albañiles y maestros de obra. Lima, Perú: Marcial Blondet.
15. Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas - FUNVISIS. (2013). Vivienda de mampostería confinada con elementos de concreto armado Angelo Marinilli. Caracas, Venezuela: Fundación CBD Publicaciones.
16. Municipalidad de Guayaquil. (2007). Autoconstrucción y mantenimiento de la vivienda popular. Guayaquil, Ecuador: Cronos.

Glosario:

Adherencia: Unión física (pegado) de dos materiales. Se lo usa comúnmente para referirse a la unión entre el acero y el hormigón.

Alfajía: Piezas derechas y cepilladas de madera, de medidas tales como ½"x 3"; 2"x 3"; 1"x 2", 1 ½"x 1½" y ½"x 2" (en pulgadas). Estas son las piezas que suelen emplear los albañiles como regla.

Antepecho: Muro o barandilla de poca altura colocado en un lugar alto para prevenir caídas.

Aplomado: Elemento que se encuentra alineado con el plano vertical

Arroceras: Bordes de arena que retienen al agua y logran una mejor penetración de ésta.

Barrotes de madera: Maderas de 5 x 7.5 centímetros con un largo menor a 1 m y que se utilizan para unir tablas de encofrado.

Caballete: Marco de madera, formado por estacas y una tabla horizontal, que sirve para el replanteo de una edificación.

Cadena de cimentación: También llamada riostra. Son pequeñas vigas que van encima del cimiento de hormigón ciclópeo. Su función principal es unir los pies de las columnas de la estructura para garantizar un trabajo conjunto.

Cangrejeras: Son los huecos o vacíos que se forman por el aire que queda atrapado dentro de la mezcla, por falta de vibración al momento de la colocación del hormigón fresco.

Cargas: Acción directa de una fuerza, puntual o repartida, actuando sobre el elemento estructural y la cual produce esfuerzos internos sobre la estructura.

Chicote: Pedazos de varilla de diámetro mínimo de 8 milímetros con un gancho, que sirve para empotrarlo al hormigón de la columna y dar sostenimiento a las paredes.

Coco: Espaciamiento transversal y longitudinal entre hierros que se forma en una malla electro-soldada.

Codal: Pieza horizontal alargada de madera o aluminio que permite uniformizar, nivelar y alisar una superficie recién fundida, enlucida o masillada.

Compactador tipo pisón: Instrumento pesado y grueso, generalmente de madera, en forma de cono truncado y provisto de un mango, que sirve para compactar tierra, piedras, etc.

Contra huella: Altura entre peldaños de la escalera.

Contrapiso: Loseta de hormigón, superficie o piso nivelado de planta baja que está construida generalmente sobre tierra o relleno compactado. Suele ser reforzado con malla electrosoldada y tiene un acabado masillado final.

Curado del hormigón: Consiste en mantener húmedo un elemento de hormigón, una vez que esté desencofrado.

Dintel: Vigueta u otro elemento horizontal que cubre el vano de una puerta o ventana, y sirve de sostén del muro o pared superior.

Dosificación: Proporción de los componentes del hormigón en sus cantidades adecuadas. Se debe tener en cuenta la consistencia que se necesite y la resistencia que se indica en los planos estructurales.

Elemento estructural: Cada una de las partes que constituye una estructura y que posee una función resistente dentro de todo un conjunto.

Empotrar: Hacer que algo quede encajado y fijo en un lugar, especialmente en el interior de una pared o en el suelo

Encofrado: Armazón formado por un conjunto de planchas metálicas o de madera convenientemente dispuestas para recibir y darle forma a un elemento de hormigón. También se lo denomina cimbra.

Entrepiso: Losas o sistemas de piso de una vivienda, que está sostenido por columnas y vigas.

Estribo: Varillas de acero, dobladas con forma rectangular, cuadrada o zunchos, que sirven para abrazar o confinar a las varillas longitudinales en vigas, columnas o columnetas.

Galletas: separadores cúbicos de hormigón armado, cuya finalidad es evitar el contacto directo de las varillas de acero de un elemento estructural, con el encofrado o con el replantillo.

Guachimanía: Lugar donde habita el cuidador de la obra. También se la puede utilizar como bodega.

Hormigón armado: hormigón reforzado interiormente por varillas de acero.

Hormigón ciclópeo: hormigón sin refuerzo, con piedra bola como agregado grueso.

Huella: ancho útil de pisada de un escalón de la escalera.

Lindero: Línea de división de una propiedad o terreno que viene descrita en las escrituras del mismo.

Listón de madera: trozos de tabla estrechos que sirven de ayuda para encofrar un elemento que será de hormigón.

Luces: También llamados vanos; es la distancia libre entre columnas o elementos verticales de una edificación.

Mampostería: Se denomina a las unidades de bloque de hormigón con la que se construyen estos muros y/o paredes; estos bloques tienen perforaciones verticales.

Masillado: Mezcla de arena fina y cemento la cual se la colocará a un elemento con la ayuda de codales, manteniendo los niveles antes previstos. Por lo general, el masillado tiene un espesor de 1 a 2 centímetros

Mortero de cemento: Mezcla y combinación de un cementante, o cal hidratada, arena y agua, en las proporciones que se hayan especificado para la ejecución del trabajo de que se trate (unir piezas de mampostería)

Muro de contención: Muro de hormigón armado cuya función es proteger la vivienda de los empujes de tierra (rellenos) o posibles deslizamientos.

Muros de gaviones: Es un muro de contención, formado por módulos malla de alambres rellenos con piedras.

Muro o pared divisoria: Se construyen sin refuerzo alguno y su función principal es dividir los ambientes de la vivienda

Muro portante: Muro diseñado y construido de tal forma que a lo largo de toda su longitud y espesor pueda transmitir cargas horizontales y verticales al nivel inferior o a la cimentación.

Parihuela: Cajas de madera o metálicas de 30 a 33 centímetros por lado, que sirven para medir las proporciones de arena y agregado y cemento entra en la concretera o mezcladora.

Parrilla: varillas de acero que conforman una cuadrícula.

Piedra apisonada: piedra compactada, generalmente usada como base del contrapiso.

Piedra bola: O piedra de río, lisas y "redondeadas" u ovaladas (pulidas por el agua) de varios tamaños.

Pilotes: Elementos de hincado para cimentación profunda de tipo puntual, que se entierra en el terreno buscando siempre el estrato resistente capaz de soportar las cargas transmitidas.

Pingos: poste de madera despojado de ramas que se obtiene de un tronco delgado o de grandes ramas secundarias.

Planilla de hierros o aceros: Tabla de resumen de los diferentes tipos, dimensiones, número, formas, cortes, etc. de los diferentes materiales que se usará en una construcción (hormigón, varillas de acero, bloques de alivianamiento). Se la encuentra en los planos estructurales.

Plomada: instrumento, formado por una pesa de metal colgada de una cuerda, que sirve para señalar la línea vertical.

Puntal: Madero o barra de material fuerte y resistente que se fija en posición inclinada en algún lugar para sujetar una pared, una estructura, un encofrado o un edificio que puede caerse.

Rajadura: Abertura alargada delgada en una superficie.

Rasante: Terreno a un nivel deseado, dado en los planos arquitectónicos.

Replantillo: Loseta de hormigón pobre que se coloca en el fondo de una zanja de excavación para nivelarla. Por lo general de 5 a 8 centímetros

Resistencia a la compresión del hormigón: Es la máxima presión de compresión que resiste un elemento de hormigón antes de romperse.

Simetría: Armonía de la posición de los elementos estructurales y no estructurales con respecto de otros, y con referencia a un punto, línea o plano determinado:

Talud: Inclinación de un terreno o pendiente

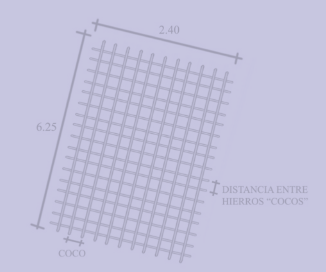
Taquear el hormigón: Acción de introducir una varilla en el concreto fresco con movimientos verticales, para eliminar de la mezcla el aire atrapado.

Traslape: empalme de dos varillas de acero para formar "una sola pieza".

Zanja: Excavación larga y estrecha que se hace en la tierra

Zapata aislada: También llamados plintos. Son un tipo de cimentación superficial que sirve de base de un elemento estructural puntual (columnas).

Zapata combinada: Son un tipo de cimentación superficial que sirve de base de más de un elemento estructural.



La guía práctica que aquí se presenta tiene por objeto apoyar la realización de estudios de diseño sismo-resistente de estructuras de conformidad con los requisitos de la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-2015 a partir de la aplicación en casos prácticos. Forma parte de un conjunto de siete guías prácticas de implementación de la NEC-15, orientados a la correcta aplicación normativa. Las guías de esta serie son: 1) Diseño de pórticos de hormigón armado para viviendas de 1 y 2 pisos; 2) Diseño de estructuras de hormigón armado; 3) Diseño de estructuras de acero; 4) Diseño de estructuras de madera; 5) Evaluación sísmica y rehabilitación de estructuras; 6) Estudios geotécnicos y trabajos de cimentación y 7) Procedimientos mínimos para trabajadores de la construcción.

Se enmarca en el Proyecto DIPECHO-NEC "Fortalecimiento de capacidades institucionales y comunitarias a nivel nacional y local, para reducir la vulnerabilidad frente a eventos sísmicos en el Ecuador, como aporte al proceso de implementación de la Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015", ejecutado por la Secretaría de Gestión de Riesgos, el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, con el financiamiento de la Oficina de Ayuda Humanitaria y Protección Civil de la Comisión Europea.



Plan de Acción DIPECHO-NEC 2015-2016, ECHO/-SM/BUD/2015/91020







